



**DELHI UNIVERSITY
LIBRARY**

DELHI UNIVERSITY LIBRARY

Cl No. 2

168N21.4

Date of release for loan

Ac. No. 2377

This book should be returned on or before the date last stamped below. An overdue charge of one anna will be charged for each day the book is kept overtime.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

طبیعیات حصہ چہارم آواز

ترجمہ نمکٹ ہیک آف فزکس
(برائے طلباء انجینئرنگ و سائنس)
مصنف جے۔ ڈکنسن وائس۔ جی۔ سٹارلنگ

مع ترجمہ و اضافہ
برائے جامعہ بی۔ اے

مولوی محمد عبدالرحمن صاحب بی۔ اے۔ سی (آئرن لندن)
اسوشیٹڈ آف دی رائل کالج آف سائنس (لندن) فیلو آف دی فوئیل سوسائٹی آف لندن
پروفیسر فزکس (طبیعیات) نظام کالج
۱۳۳۹ھ ۱۳۳۰ھ ۱۹۲۱ء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تمہید منجانب مترجم



طلباء سائنس و انجینئرنگ کے لئے ہے۔ ڈاکٹر
اورٹس۔ جی سٹارلنگ نے طبیعیات کی جو کتاب
لکھی ہے اس کے حصہ چہارم میں آواز پر طبیعی نقطہ
نظر سے تقریباً ۱۰۰ صفحہ کا مضمون درج ہے۔ معمولی
ریاضی دان طالب علم بھی جو احصاء تفرقات سے نا آشنا
ہو اس کو پڑھ کر سمجھ سکتا ہے۔ تجربوں پر زیادہ
زور دیا گیا ہے اور جن آلات کا اس میں تذکرہ ہوا
ہے ان میں سے اکثر باسانی ہو سکتے ہیں۔ مترجم
نے اصل کتاب کے سارے مضمون کو اپنی اس
کتاب میں شریک کر لیا ہے۔ چونکہ موجی حرکت،
خصوصاً پانی کی موجوں وغیرہ کے متعلق اصل کتاب
میں مضمون ناکافی پایا گیا اس لئے مترجم نے شرح
و بسط کے ساتھ اپنی طرف سے ان پر بحث لکھی ہے
پانی کی موجیں اگرچہ دیکھنے میں آسان معلوم ہوتی
ہیں ان کا سمجھنا مشکل ہے اور چونکہ اکثر طالب علم

موجی حرکت کی تحقیق اسی سے شروع کرتے ہیں اسلئے مناسب سمجھا گیا کہ حتی الامکان اس کو مکمل اور ساتھ ہی کافی آسان پیرایہ میں بیان کیا جائے۔ اس باب میں مترجم نے پروفیسر فلیمنگ اور ڈاکٹر ولیم واٹسن متوفی کے لکچروں سے بہت مدد لی ہے۔ لیکن ناظرین اکثر جبکہ طرز بیان دوسرے مصنفوں سے بالکل جداگانہ اور کہیں کہیں بالکل نیا پائینگے۔ علاوہ ان دو مستند ماہران فن کی تحریرات کے پروفیسر ایڈوان۔ بیچ۔ بارٹن کی کتاب 'آواز اور رادزر کی جنرل فزکس وغیرہ' سے بھی بعض بعض امور میں مدد لی گئی ہے۔

توقع کی جاتی ہے کہ مترجم کی طرف سے جو مزید مضامین شریک کئے گئے ہیں ان سے کتاب ایک حد تک مکمل اور کسی بھی یونیورسٹی کے فزکس کے لکچرر کی جماعتوں کے لئے بہر طور مفید اور کافی ثابت ہوگی۔



فہرست مضامین

آواز

۱	پہلا باب - آواز دینے والے اجسام
۴	سادہ موسیقی حرکت
۵	حیطہ اور تعدد ارتعاش
۱۱	موسٹ منجانب مترجم
۱۲	وقت نگار
۱۵	پہلے باب کی شقیں
۱۶	دوسرا باب - امتداد، بلندی اور کیفیت آواز
۱۶	امتداد
۲۳	بلندی آواز
۲۵	سماعت کی نہایتیں
۲۸	کیفیت
۳۱	ارتعاشوں کی ترکیب
۳۵	تنبیہ منجانب مترجم
۴۰	سیچہ کی شکلیں

۱۳۳

چوتھے باب کی مشقیں

۱۳۸

پانچواں باب - اصول تداخل

۱۴۰

سُر کے دو شاخہ کی موجوں کا تداخل

۱۴۱

فشار پیمائی شعلہ

۱۴۲

نلی کے دو شاخوں میں سے گزرنے کے باعث آواز کا تداخل

۱۴۵

تداخل کے ذریعہ اونچے سُر کے امتداد کی تعین

۱۴۸

آواز کی ضربیں

۱۵۱

اجتماعی سُر تیاں

۱۵۳

گنگ

۱۵۵

قسری ارتعاش

۱۵۸

نوٹ منجانب ترجم

۱۶۴

گنگئے

۱۶۶

زائد مضمون منجانب ترجم

۱۶۸

پانچویں باب کی مشقیں

۱۶۳

چھٹا باب - ابعاد اور پیمانے - موسیقی ابعاد -

۱۶۴

ڈائٹالونک سینک

۱۶۶

امتداد کے سٹینڈرڈ (معیار)

۱۶۷

کوئچرڈ اور ڈسکورڈ (ہمواری اور ناہمواری)

۱۸۴

مسادی خراج کا پیمانہ

۱۸۶

چھٹے باب کی مشقیں

۱۸۷

ساتواں باب - تاروں کا ارتعاش

۱۸۸	تینے ہوئے تار پر موج کی رفتار
۱۹۲	تار کی موسیقی موجیں
۱۹۴	موجوں کا انعکاس تاروں میں
۱۹۷	مقیم ارتعاش اور تنازل
۲۰۰	دونوں سروں پر جکڑا ہوا تار
۲۰۳	اکتار یا صوت پیم
۲۱۰	میلڈے کا تجربہ
۲۱۲	تنبلیکے منجانب مترجم
۲۱۶	سلاخوں کا عرضی ارتعاش
۲۲۱	شروہ سکوپک (گروش نمائی) طریقہ سے تعدد کی تعیینیں
۲۲۵	تحتیوں کا ارتعاش - کلیڈنی کی شکلیں
۲۲۷	گھنٹوں کا ارتعاش
۲۲۹	ساتویں باب کی مشقیں
۲۳۶	اکٹھواں باب - نلیوں میں ہوا کا ارتعاش
۲۴۱	ایک طرف سے بند نلی
۲۴۵	نلی کے کھلے سرے کے پاس موج کا انعکاس
۲۵۱	فشار بیانی شعلے وغیرہ
۲۵۲	چیشائیر کا قرص
۲۵۴	نلیوں کے سروں کے اثر کی تصحیح
۲۵۷	مخروطی نلیاں
۲۶۰	سلاخوں کا طولی ارتعاش

۲۶۳

گنٹ کی غباری شکلیں

۲۶۶

اکٹھویں باب کی مشقیں

۲۶۴

نواں باب - کان اور موسیقی آلات

۲۶۸

سارنگی -

۲۸۳

ہوائی ساز

۲۹۱

فوٹو گراف

۲۹۳

نویں باب کی مشقیں

۲۹۵

جوابات



بسم اللہ الرحمن الرحیم

(*)

پہلا باب

═══════(•)═══════

آواز دینے والے اجسام

═══════(•)═══════

تعدّد ارتعاش

═══════><═══════

آواز کا احساس | بصارت اور لمس کی طرح سماعت کا احساس

بھی ایک ادنیٰ احساس ہے۔ آواز کے

لباس میں جب کوئی مناسب تحریک کان تک پہنچتی ہے

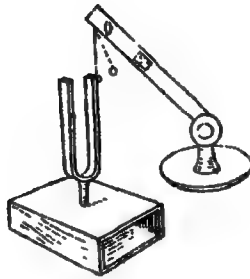
تو سماعت کا احساس ہوتا ہے یعنی وہ آواز سنائی دیتی ہے

ایسی تحریکوں کے مبداء کی جب تلاش کی جاتی ہے تو

ہمیشہ کسی نہ کسی جسم کی حرکت پائی جاتی ہے جو اکثر اس قدر

تیز یا (وسعت کے لحاظ سے) اس قدر خفیف ہوتی ہے کہ

دکھائی نہیں دے سکتی ۛ
 دھماکے کی صورت میں تو حرکت صاف نظر آتی ہے
 اور آواز بھی بہت بلند ہوتی ہے۔ لیکن معمولی گھر کے
 دو شاخہ سے جب آواز نکلتی ہے تو دو شاخہ کی بظاہر
 کوئی حرکت دکھائی نہیں دیتی تاہم آواز سنائی دیتی ہے۔
 اس حرکت کے دیکھنے کے لئے، ایک ہلکی گودے کی
 گولی وہاں سے لٹکا کر (شکل ۷۱) دو شاخہ کے سرے سے
 لگائی جائے۔ تھاس کے ساتھ ہی گولی کو زور سے دھکا



شکل ۷۱۔

مُڑے دو شاخہ کی حرکت جبکہ اُس سے آواز نکلتی ہے
 لگے گا اور وہ فوراً دو شاخہ سے دُور نکل جائیگی ۛ
 یا اگر نلی کی طرح آواز کا مبداء ہوا کا ایک۔ اسطوانہ
 ہوتا ہے۔ اس صورت میں، کاغذ کے ایک ٹکڑے پر تھوڑی سی

باریک خشک ریت ڈالکر آواز دینے والی نلی کے منہ پر
اگر رکھیں تو ریت کاغذ پر اچھلتی ہوئی نظر آئے گی (شکل ۷)



شکل ۷

ہوتی اگر نلی میں ہوا کی حرکت

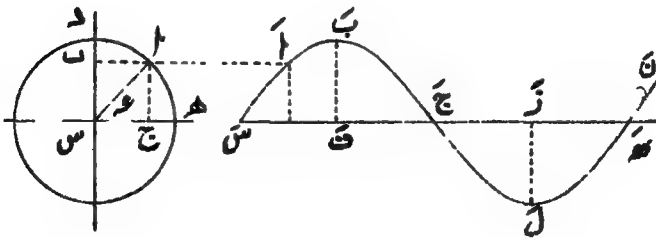
اس کی وجہ یہ ہے کہ ہوا نلی کے اندر سے باہر کو اور
باہر سے اندر کو جلد جلد حرکت کرتی ہے، اس لئے کاغذ
بھی مرتعش ہونے لگتا ہے :

مذکورہ بالا مثالوں میں، یا تانے ہوئے مرتعش تار سے
جب آواز نکلتی ہے، ارتعاشی حرکت، متحرک جسم کو
انگلی سے چھونے سے بھی محسوس ہو سکتی ہے۔ اگر متحرک
جسم دو شاخہ یا تار ہے تو چھونے سے وہ بہت جلد حالت
سکون میں آجائیگا اور اسکے ساتھ ہی آواز بھی موقوف ہو جائیگی :

سادہ موسیقی حرکت۔ محض دھماکے یا دھکے سے جو آوازیں پیدا ہوتی ہیں ان سے قطع نظر کر کے، مسلسل آوازوں کے مبدلوں پر اگر نظر ڈالی جائے تو معلوم ہوگا یہ سب ارتعاش کی حالت میں ہوتے ہیں۔ اکثر مرتعش جسموں کی حرکت، اگر وہ بہت شدید نہ ہو تو خالص سادہ موسیقی ہوتی ہے یا کئی سادہ موسیقی حرکتوں کا مجموعہ ہوتی ہے۔ پس طلباء کو چاہئے سادہ موسیقی حرکت سے بخوبی واقف رہیں اور اس لئے حصہ اول یعنی علم حرکت کے سولہویں باب میں اس کے متعلق جو بیان ہوا ہے اس کو غور سے پڑھیں۔

طلباء کے استفادہ کی غرض سے ہم اس حرکت کے اہم اور ضروری امور کو یہاں مختصر طور پر لکھ دیتے ہیں۔

فرض کرو سستی س آ ایک نقطہ (س) کے گرد یکساں زاویائی رفتار (شکل ۱۲) کے ساتھ گھومتا ہے۔ کسی ثابت یعنی غیر متحرک خط س د پر اس کے ظل سے ایک سادہ موسیقی



شکل ۱۲
سادہ موسیقی حرکت کی توضیح کے لئے

حرکت کی تعبیر ہوگی۔ موجودہ آن میں سمتی کی وضع سے آ
بتائی گئی ہے اور خط سے ج کے ساتھ اُس کا زاویہ (عہ)
ہے۔ خط ب سے = آ ج = س آ جیب (عہ)۔ اگر اُس آن
میں جبکہ وقت (د) صفر ہوتا ہے سمتی کی وضع سے ہ
ہو اور اُس کے گھومنے کی زاویہ رقرار (س) مانی جائے
تو عہ = د و نیز اگر س آ کو حیظہ اہتراز (ط) قرار دیا جائے
اور نطل سے ب کو (ما) تو

ما = ط جب > د

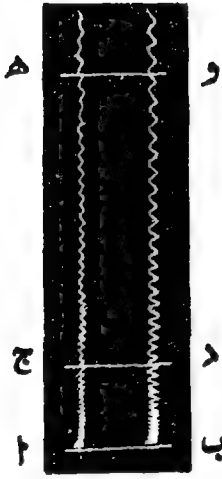
کسی سادہ موسیقی حرکت کی تعبیر ایک منحنی سے آ ب ج
ل م کے ذریعہ سے بھی ہو سکتی ہے۔ جس میں فصلے ثانیوں
میں وقت بناتے ہیں اور محیطین انتقال مکان (ما)
چنانچہ نقطہ (س) سے اس آن کی کیفیت معلوم ہوتی
ہے جبکہ (۱) مقام (ھ) پر واقع ہوتا ہے۔ (ب) سے
اُس آن کی کیفیت جبکہ (۲) نقطہ (د) پر ہوتا ہے۔
اسی طرح دوسرے نقطوں سے دوسرے وقتوں کی کیفیت
معلوم ہوتی ہے۔ منحنی کے حصہ سے ب ج ل م سے
سمتی سے آ کے ایک پورے دور کے حالات ظاہر ہوتے
ہیں۔ اس کے بعد منحنی کی شکل اسی حصہ کا اعادہ
ہوتی ہے۔

حیطہ اور تعدد ارتعاش۔ جو کوئی جسم ارتعاش کر سکتا ہے،
جب اس کو اُس کی وضع تعادل سے براہیکجختہ

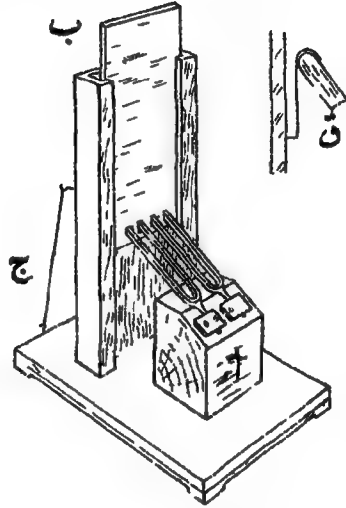
کرتے ہیں [مثلاً کسی سر کے دو شاخہ کی ایک شاخ کو مارتے ہیں،] تو وہ اپنی تعادل کی وضع کے گرد ارتعاش کرنے لگتا ہے۔ تھوڑی دیر کے لئے اگر اس امر واقعی سے قطع نظر کر لیں کہ ارتعاش میں آہستہ آہستہ کمزوری پیدا ہو کر وہ بالآخر موقوف ہو جاتا ہے، تو دوران ارتعاش وضع تعادل سے، اُس کے دونوں جانب مرتش جسم کا جو سب سے بعید انتقال مکان ہوگا اُس کو حیضہ ارتعاش کہتے ہیں۔ (شکل ۳۰) میں، حیضہ ارتعاش سے 'آ' سے 'ب' تک یا زل ہوگا۔ آواز دینے والے جسم کا حیضہ ارتعاش بالعموم بہت چھوٹا ہوتا ہے۔ اس کے برعکس ایک رفاص کا حیضہ ارتعاش نسبتاً بڑا ہوتا ہے۔

مرتش جسم ایک ثانیہ میں جتنے بار مکمل ارتعاش کرتا ہے اُس عدد کو اُس جسم کا تعدد ارتعاش کہتے ہیں۔ تجربہ (۱)۔ دو سر کے دو شاخوں کے تعدد ارتعاش کا مقابلہ کرنا۔ لکڑی کے ایک کندے (۱) سے (شکل ۳۱) دونوں دو شاخوں کو کس کر باندھ دیا جاتا ہے۔ شیشہ کا ایک لمبا مستطیل ٹکڑا (ب) ایک عمودی نالی میں سے، ان دو شاخوں کے محاذی گرایا جا سکتا ہے۔ بغیر دھکے کے سیدھا گرانے کی غرض سے دھاگے (ج) کو جلا کر شیشہ کو ایک سہارے سے، جو اُس کو پکڑا رہتا ہے، جھکا کر دیتے ہیں۔ دو شاخوں کی ایک ایک شاخ سے الوینم کا باریک قلم

(ق) باندھا ہوا ہوتا ہے، جس کا سر شیشہ کی سطح کو ذرا سا مس کرتا ہے۔ تجربہ شروع کرنے سے پہلے شیشہ کو کسی چراغ کے دھوئیں پر پکڑ کر کالا کر لیتے ہیں۔ دو شاخوں کو سارنگی کی کمان کے ذریعہ سے مرتعش کر کے



نکل (۱۵)



نکل (۱۴)

گرنے والی تختی دو شاخوں کے متدارتعاش پر گرتی ہوئی تختی پر مرتعش قلموں کے مقابلہ کے لئے کے نشانات

اسیوقت شیشہ کی تختی گرادی جاتی ہے۔ اُس پر دونوں قلموں کے نشان پڑتے ہیں اور اُس کے گرنے کی مدت میں قلموں (اور دو شاخوں) کو جتنے بار ارتعاش ہوتا ہے آسانی سے معلوم کر لیا جاتا ہے۔ (نکل ۱۵) میں دو دو شاخوں کے لئے ایسی موجی لکیریں بتائی گئی ہیں۔ لکیروں کے شروع ہونے کے مقام ۱ اور بائیں اور

ان میں سے ایک خط کھینچا گیا ہے۔ دو اور خط ج د اور ہ و خط اب کے متوازی کھینچے گئے ہیں، اس طرح پر کہ ایک دو شاخہ سے جتنی دیر میں لکیر ج کھینچی گئی ہے اتنی ہی دیر میں دوسرے دو شاخے سے لکیر دو کھینچی گئی ہے۔ ج کھ اور و میں ارتعاشوں کے اعداد گن کر دو شاخوں کے تعدد ارتعاش کی باہمی نسبت دریافت کر لے سکتے ہیں۔ جو شکل دی گئی اُس میں

$$\text{یہ نسبت } \frac{2625}{20} = 131.25 \text{ ہے۔}$$

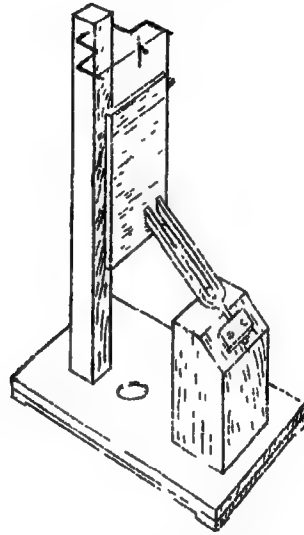
الومینم کے قلم کو، شکل (۵) میں جس طرح (دق) کے ذریعہ بتایا گیا ہے موڑنا چاہئے۔ اس صورت میں جب تختی گرتی ہے تو اُس کے دباؤ سے قلم خفیف سا جھک جائیگا، لیکن اُس کے جھکنے سے اُس کے سرے کی اونچائی میں کوئی فرق نہیں پیدا ہوگا۔

تجربہ (۲)۔ گرنے والی تختی کے ذریعہ کسی دو شاخہ کے مطلق تعدد ارتعاش کی تعیین۔ گرنے والی تختی کے ذریعہ کسی دو شاخہ کا مطلق تعدد ارتعاش معلوم کرنے کے لئے تختی کا آزادانہ یعنی بلا مزاحمت یا روک کے گزنا لازمی ہے اس لئے ٹالی مکال دی جاتی ہے اور تختی دہاگے (۱) کے ذریعہ (دیکھو شکل ۶) لٹکائی جاتی ہے۔ جب اُس کو

اگرانا مقصود ہوتا ہے تو دھاگا ۲ کے پاس جلا دیا جاتا ہے۔
اس سے پہلے کے تجربہ میں جیسا الوینم کا قلم
استعمال ہوا تھا اب بھی اُسی طرح کا استعمال ہونا چاہئے
اور پیشتر ہی کی طرح دو شاخہ کو کمان سے مرقش کیا جائے



شکل (۷)



شکل ۷

گرنے والی تختی، مطلق تعدد ارتعاش : ایکلے دو شاخہ کی ارتعاش
کے شمار کرنے کے لئے۔

شکل (۶) میں ارتعاش کی لکیر کی ایک مثال دی گئی
ہے۔ مقام ابتداء یعنی لکیر کے شروع ہونے کا مقام
صاف بلا کسی اشتباہ کے نظر آنا چاہئے۔ لکیر پر ب اور ج
دو نقطے مناسب مقاموں پر لو جہان موج صاف بنی ہو
اور لکیر کے محور پر سے گزرتی ہو۔ ایک ارتفاع پیم یا سیارخو بین

کی مدد سے ۱ سے ب اور ج تک فاصلے ف اور ف

بالترتیب ناپو

گزرنا شروع ہونے سے فاصلہ ف طے ہونے تک جو وقت د گزرتا ہے اس مساوات سے اسکا پتہ چلتا ہے:-

$$ف = \frac{1}{4} ج د -$$
 جہاں ج سے مراد اسراع بجاذبہ افی ہے

$$پس و = \frac{2 ف}{ج}$$

علیٰ ہذا تختی کو ۱ سے ج تک گرنے کے لئے جو وقت د

درکار ہے $\frac{2 ف}{ج}$ کے مساوی ہے۔ پس ب سے

ج تک گرنے میں جو وقت د - صرف ہوتا ہے
 اس کا شمار اس مساوات سے ہوتا ہے:-

$$د - د = \frac{2 ف}{ج} - \frac{2 ف}{ج}$$

اس مدت میں دو شاخے کے جتنے کامل ارتعاش (ع)

ہوے ان کو لکیر پر گن لے سکتے ہیں -

$$لہذا دو شاخہ کا تعدد ارتعاش = \frac{ع}{د - د}$$

مصرحہ بالا مثال میں ع = ۲۱ اور ف = ۱۰۵ سم ف = ۹۱، ۲۴ سم
 اس لئے ج کی قیمت ۹۸ سم فی ثانیہ فی ثانیہ لیکر

$$د - د = ۰.۱۳۷۵ - ۰.۰۸۱۴ = \text{ثانیہ}$$

$$\therefore \text{تعدد ارتعاش} = \frac{۲۱}{۰.۰۸۱۴} = ۲۵۸۶۰$$

دو شاخہ جب خرید گیا تھا تو اُس کا تعدد ارتعاش ۲۵۶ بتایا گیا تھا۔

[نوٹ منجانب مترجم * - یہ ضرور نہیں کہ دو شاخہ کا ارتعاش اُسی وقت شروع ہو جبکہ تختی گرنا شروع کرے۔ ایسی دو مختلف حرکتوں کو ایک ساتھ وقوع میں لانا مشکل ہے۔ اگر دو شاخہ کا ارتعاش پہلے شروع ہو یا تختی کا گرنا پہلے، تو کچھ مضائقہ نہیں۔ فرض کرو دو شاخہ کا قلم مرتعش ہوتے وقت تختی کی رفتار فی ثانیہ (ر) سنی تیر تھی یا یوں سمجھو کہ تختی پر ارتعاش کی لکیر پڑتے وقت تختی کی یہ رفتار تھی۔ شکل (۷) میں (۱) کو بجائے دو شاخہ کا ارتعاش یا تختی کا گرنا شروع ہونے کا نشان تصور کرنے کے، (ب) اور (ج) کی طرح کوئی بھی ایسا مقام سمجھو جہاں موجی لکیر محور کو قطع کرتی ہے اور موجیں صاف بنی ہیں۔ اگر (د) ، (د) تختی کے ۱ سے ب تا ب اور ب سے ج تک گرنے کی مدتیں سمجھی جائیں اور اور ان فاصلوں کو بالترتیب فم اور فم کہا جائے تو

$$فم = دد + \frac{1}{4} ج (د) \text{ اور } فم = دد + \frac{1}{4} ج (د) \text{ }^2$$

۱ سے ب تک اور ب سے ج تک گرن کر دیکھو کتنی مکمل موجیں بنی ہیں۔ فرض کرو ان کی تعداد بالترتیب

ع اور ع ہے تو دو شاخہ کے تعدد ارتعاش کو حسب سابق
ع مان کر ہم

بجائے د کے $\frac{ع}{ع}$ اور بجائے د کے $\frac{ع}{ع}$ لکھ سکتے ہیں

$$\text{یعنی ف} = ر \frac{ع}{ع} + \frac{1}{2} ج \left(\frac{ع}{ع} \right)^2$$

$$\text{اور ف} = ر \frac{ع}{ع} + \frac{1}{2} ج \left(\frac{ع}{ع} \right)^2$$

$$(ر) \text{ کو ساقط کرنے کی غرض سے: } ع ف = ر \frac{ع}{ع} + \frac{1}{2} ج \left(\frac{ع}{ع} \right)^2$$

$$\text{اور ع ف} = ر \frac{ع}{ع} + \frac{1}{2} ج \left(\frac{ع}{ع} \right)^2$$

دوسری مساوات سے پہلی کو تفریق کرنے سے

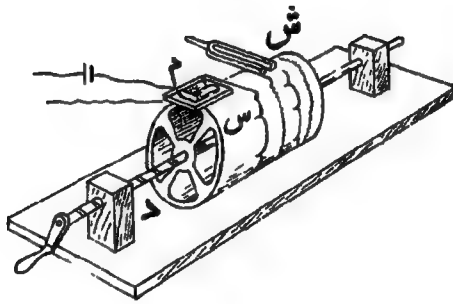
$$ع ف - ع ف = \frac{ج}{2} \frac{ع}{ع} (ع - ع) \quad \text{مساوات حاصل آتی ہے}$$

$$\text{جس سے } ع = \frac{\frac{ج}{2} \frac{ع}{ع} (ع - ع)}{(ع ف - ع ف)}$$

سہولت کی غرض سے ع اور ع ایک ہی لئے جاسکتے
ہیں اس سے حسابی شمار زیادہ آسان ہو جاتا ہے [

وقت بھگڑ کے ذریعہ سے تعدد ارتعاش کی پیمائش

ایک اسطوانی پردہ، (س) کے اطراف [شکل (۸)] ایک کاغذ کو دھوین سے سیاہ کر کے پھیلتے ہیں۔ پردہ ایک دھری (د) کے گرد، جس پر ایک بڑی گھائی کا بیج تراشا گیا ہے، گھومتا ہے۔ دست کو پہرانے سے اسطوانہ گھومتا بھی ہے اور آگے کو حرکت بھی کرتا ہے۔ دو شاخہ سے ایک قلم باندھ دیا جاتا ہے



شکل (۸)

وقت نگار

اسطوانی پردہ جب گھومتا ہوا آگے کو بڑھتا ہے تو اُس پر قلم سے ایک لکیر پڑتی ہے وقت کے وقفے یا عرصے ناپنے کے لئے ایک چھوٹے برقی مقناطیس (م) کے 'محافظ' پر ایک قلم نصب کیا جاتا ہے جو دو شاخہ کے قلم کی لکیر کے بازو پردہ پر ایک دوسری لکیر کھینچتا ہے۔ برقی مقناطیس میں ایک مورچہ کے ذریعہ رو

پہنچائی جاتی ہے اور اُس کے ، یعنی برقی مقناطیس کے ساتھ ایک برقی ”توڑ جوڑ“ ہم سلسلہ ہوتا ہے جو نصف ثانیہ بجانے والے رقاص کے ایک سٹینڈرڈ گھڑیاں کی متابعت کرتا ہے۔ اس لئے ہر نصف ثانیہ کو جبکہ رقاص اہتراز کرتے ہوئے اپنے پائیں تریں مقام پر پہنچتا ہے تو برقی حلقہ ”جڑ جاتا ہے“ یعنی حلقہ کے موصول میں ملاپ ہو کر حلقہ میں دو دوڑ جاتی ہے اور قلم ”محافظ“ کے ساتھ مقناطیس کی طرف کھینچا ہوا آنے سے کالے پردہ پر ایک چھوٹا سا آڑا خط بنتا ہے۔ آلات کی اس ترتیب کو ”وقت نگار“ کہتے ہیں۔ اس کی مدد سے ، پردہ پر کسی بھی دو نصف ثانیوں کے نشانوں کے درمیان دو شاخہ کے ارتعاش سے جتنی موصیں بنی ہونگی اُن کی تعداد گن لی جاسکتی ہے اور اُس سے دو شاخہ کا تعدد ارتعاش نکالا جاسکتا ہے۔

اس طریقہ عمل کو الٹ کر ”وقت نگار“ کی بدولت وقت کے چھوٹے وقفے ناپ سکتے ہیں۔ جو دو شاخہ استعمال ہوگا اُس کا تعدد ارتعاش پیشتر سے معلوم ہونا چاہئے۔ جن وقفوں کو ناپنا ہوتا ہے اُن کے آغاز و اختتام پر برقی مقناطیس (م) کے ذریعہ برقی حلقہ ”جوڑ“ دیا جاتا ہے۔ اس سے پردہ (س) پر نشان

پڑتے ہیں اور ان سے کوئی دو مقل نشانوں کے مابین دو شاخہ کے ارتعاش سے موجوں کی تعداد گنی جائے اس سے مدت متذکرہ کی تخمین ہوتی ہے۔

پہلے باب کی مشقیں

(۱)۔ سادہ موسیقی حرکت کیا ہے ؟ اُس کو وقت اور انتقالی فاصلہ کی ترسیم کے ذریعہ کیونکر سمجھا سکتے ہیں ؟

(۲) ”حیطۂ ارتعاش“ اور ”تعدد ارتعاش“ کی تعریف کرو۔

کسی سُر کے دو شاخہ کے تعدد ارتعاش کی پیمائش کا طریقہ بیان کرو ؟

(۳) تم کیونکر ثابت کرو گے کہ آواز کا مبداء ایک مرتش جسم ہوتا ہے، ایسی صورت میں جبکہ اُس جسم کی حرکت اتنی خفیف ہو کہ دکھائی نہ دے ؟

(۴) اگر تپ ہوئی تختی کے ذریعہ کسی سُر کے موج شاخہ کا مطلق تعدد ارتعاش دریافت کرنے کا طریقہ بیان کرو۔ سکون کی حالت سے شروع کر کے تختی ۸ سم فاصلہ نیچے آتی ہے اور پھر جب اس کے بعد کے ۱۰ سم گرتی ہے تو دو شاخہ ۳۵ بار ارتعاش کرتا

ہے۔ حساب کر کے بتاؤ دو شاخہ کا تعدد ارتعاش کیا ہے ؟

(۵) وقت کے چھوٹے وقفے ناپنے کی غرض سے

تم ”وقت پیم“ سے کس طرح کام لو گے اگر تمہیں معلوم

تعدد ارتعاش والا کوئی دو شاخہ دیا جائے ؟

(۱۶) دو شاخوں کے تعدد ارتعاش کا باہم مقابلہ

کرنے کا کوئی طریقہ بیان کرو ؟



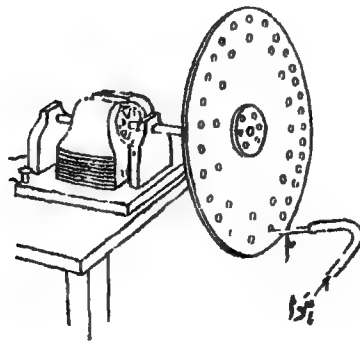
دوسرا باب

امتداد، بلندی، اور کیفیت آواز

امتداد اور تعدادِ تعاش - ہماری سماعت کی جس ہمیں یہ بتاتی ہے کہ آیا فلاں موسیقی سُسر کا امتداد اونچا ہے یا نیچا، لیکن یہ نہیں بتاتی کہ امتداد کس چیز کے تابع ہے۔ ہمیں یہ معلوم ہے کہ اگر کوئی آواز یا شور (مثلاً ہٹوڑی کے ضرب کی آواز) مساوی وقفوں کے ساتھ وقوع میں آئے تو ہمیں یہ آوازیں جدا جدا تحریکوں کے ایک سلسلہ کی طرح سنائی دیتی ہیں۔ اگر ان تحریکوں (یا آوازوں) کے درمیانی وقفے گھٹاتے جائیں یعنی تحریکوں کی تعداد فی ثانیہ بڑھائی جائے تو بھی یہ تحریکیں جدا جدا محسوس ہونگی حتیٰ کہ ان کی تعداد فی ثانیہ ۲۵ یا ۳۰ ہو جائے۔ جب تحریکوں کی تعداد یہاں تک پہنچ جاتی ہے تو ہماری سماعت کی جس اُن کو پہلے کی طرح جدا جدا محسوس نہیں کر سکتی۔ اس کے

بجائے ان کا ایک مجموعی اثر محسوس ہو کر ایک مسلسل
بہنہناہٹ سنائی دے گی۔ جوں جوں ان تحریکوں کے
تعدد میں زیادتی ہوتی جائیگی اس مسلسل بہنہناہٹ یا
سُر کا امتداد بڑھتا جائیگا۔ پس ظاہر ہے کہ موسیقی سُر کا
امتداد اُس کی متعلقہ تحریکوں (یا دھنوں) کے تعدد کے
تابع ہوتا ہے۔

اس امر کی توضیح کے لئے بہت سی مثالیں دی جاسکتی
ہیں۔ چنانچہ جب شکنجہ میں گھڑیال کی کمانی کے ایک
پے ٹکڑے کا ایک سرا جکڑ دیا جاتا ہے اور اُس کے دوسرے
سرے کو وضع سکون سے ہٹا کر کمانی کو ارتعاش کی حالت
میں لایا جاتا ہے تو جب تک ارتعاش دیر دیر سے ہوتا
ہے (یعنی تعدد ارتعاش کم ہوتا ہے) کوئی آواز محسوس



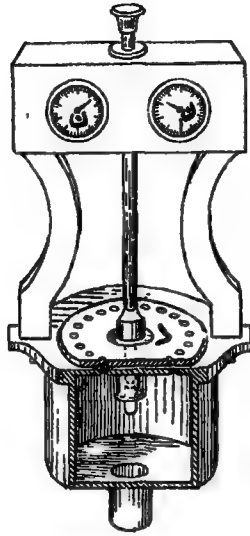
تھکن ۹
قہر صدر۔ ٹاٹن

نہیں ہوتی۔ کمائی کے شکنجہ سے باہر کے حصہ کو گھٹانے سے ہم دیکھتے ہیں کہ ارتعاش جلد جلد ہوتے ہیں، جب وہ کافی جلد ہونے لگتے ہیں تو ایک پست موسیقی سُرنائی دینا شروع ہوتا ہے۔ کمائی کے مرتفع حصہ کے طول کو اور زیادہ گھٹانے سے تعدد ارتعاش میں ترقی ہوتی ہے اور زیادہ اونچے امتداد کے سُرنائی دیتے ہیں۔ جب یہ طول ایک سنتی میٹر کے قریب پہنچتا ہے تو ایک بہت اونچا سُرنے بہت اونچے امتداد کی آواز محسوس ہوتی ہے۔

قرص دار گاٹن کی مدد سے ہم یہ ثابت کر سکتے ہیں کہ تعدد ارتعاش اور امتداد میں تعلق مقداری ہے۔ دیکھو شکل (۱۹) ایک قرص (مَدور تختی) کی سطح پر اس کے ہم مرکز دائروں کی شکل میں سوراخوں کی دو قطاریں بنائی گئی ہیں۔ برقی موٹر کے ذریعہ تختی جب خواہش پھرائی جاسکتی ہے۔ ایک نوکدار نلی (۱) میں دھوکنی سے ہوا اکر قرص کے سوراخوں سے ٹکراتی ہے۔ جب تک قرص کے گھومنے کی رفتار وہی ہے ہر ایک سوراخ میں سے جب وہ نلی کے محاذی آتا ہے، ہوا کا ایک جھونکا گزرتا ہے۔ اور کان میں علحدہ علحدہ جھونکوں کی علحدہ علحدہ آوازیں سنائی دیتی ہیں۔ لیکن جب رفتار کافی تیز ہو جاتی ہے جھونکے ایک دوسرے سے علحدہ تمیز نہیں ہوتے بلکہ گویا آپس میں ملکر ایک سُرنبتا ہے جس کا

امتداد قرص کی رفتار کے ساتھ بڑھتا جاتا ہے +
 مہذا اگر قرص کی بیرونی قطار میں سوراخوں کی
 تعداد اندرونی قطار کے سوراخوں کی تعداد کے دو چند
 ہو تو قرص کی کسی بھی مستقل رفتار کی حالت میں نلی
 کے منہ کو باری باری سے اندرونی اور بیرونی قطاروں
 کے سوراخوں کے عادی پکڑنے سے جو سُریں پیدا
 ہونگی اُن کے امتدادوں میں ایک سریع الامتیاز تعلق
 پایا جائیگا۔ دوسرے تعدد ارتعاش کا سُر دوسرے سُر
 سے ایک سرگم بڑھا ہوا ہوگا۔ یہ تعلق، قرص کی جو
 کوئی بھی رفتار ہوگی، صحیح ثابت ہوگا۔ پس مطلق
 تعدد ارتعاش کچھ بھی ہو ایک سُر دوسرے سُر سے
 ایک سرگم بڑھا ہوا ہوتا ہے، جبکہ اُس کا تعدد
 پہلے سُر کے تعدد کا دو چند ہوتا ہے۔ آگے چلکر
 سرگم کے سوا دوسرے موسیقی ابعاد کے متعلق بھی
 یہی دلیل پیش کی جائیگی۔ اس موقع پر صرف اتنا
 بیان کر دیا جاتا ہے کہ کوئی سے دو سُروں کے
 امتدادوں کا موسیقی بُعد اُن کے ارتعاش کے
 تعددوں کی نسبت کے تابع ہوتا ہے نہ کہ اُن کے
 مطلق تعددوں کے۔ مثلاً اگر ایک سُر کا تعدد ۵۱۲ فی
 ثانیہ ہے تو وہ ۲۵۶ فی ثانیہ تعدد کے سُر سے ایک
 سرگم اوپر ہوگا اور ۱۰۲۴ فی ثانیہ تعدد کے سُر سے

ایک سرگم نیچے۔



(شکل ۱۰)

گاٹن - شکل (۹) کے گھومنے والے قرص کے ساتھ چند ضروری چیزیں بڑھا کر تعدد ارتعاش ٹاپنے کا ایک مفید آلہ بنایا گیا ہے جو "سیرن" (یعنی گاٹن) کے نام سے مشہور ہے۔ انتصابی محور پر ایک مدور چھتی د (شکل ۱۰) گھومتی ہے۔ محور (یا دھڑی) کے اوپر والے سرے میں ایک "پیچ چکر" ہے جو ایک دندانہ دار چرخ کے ساتھ "تقیہ" ہو کر حرکت کرتا ہے۔ اس سے دو ٹائمنڈوں (ن) کو گردش ہوتی ہے، ایک ٹائمنڈہ قرص (د) کا ایک ایک دور، دوسرا اس کے دس دس دور

اپنے متعلقہ ڈائیل یا چہرے پر بتائیگا۔ قرص پر دائرے کی شکل میں سوراخوں کی ایک قطار ہے۔ قرص کے نیچے ہوا کے صندوقچہ کا جو ڈھکن ہے اس پر بھی ایسے ہی سوراخوں کی ایک قطار ہے۔ قرص کی ایک خاص وضع میں اس کے سوراخ ڈھکن کے سوراخوں کے ٹھیک مقابل آتے ہیں۔ جب کبھی ایسا ہوتا ہے سوراخوں میں سے صندوقچہ کی محسوس ہوا کے جھوکے باہر نکل آتے ہیں۔ اگر قرص کے گھومنے کی رفتار کافی تیز ہو تو یہ مسلسل جھوکے ایک دوسرے سے بلکر ایک سر پیدا ہوتا ہے۔ فرض کرو قرص کے سوراخوں کی تعداد (ن) ہے اور وہ فی ثانیہ (ن) مرتبہ گھومتا ہے تو اس سر کا تعداد ارتعاش ن ن ہوگا۔

قرص کو پھرانے کے طریقہ کو بھی سمجھ لینا چاہئے۔ دونوں تختیوں میں جو سوراخ بنائے گئے ہیں تختیوں کی سطح پر عمودی نہیں بلکہ ترچھے واقع ہوئے ہیں۔ قرص کے سوراخوں کا میلان صندوقچہ کے ڈھکن کے سوراخوں کے میلان کے مخالف ہے۔ اس لئے ہوا جب ڈھکن کے سوراخ سے باہر نکلتی ہے تو قرص کے سوراخ کے ایک بازو سے ٹکراتی ہے جس کی وجہ سے قرص گھومنے لگتا ہے۔ صندوقچہ کی ہوا کے دباؤ کو گھٹانے پڑھانے سے قرص کی رفتار ٹھیک کیجا سکتی ہے۔

آواز کے کسی مبداء، مثلاً سُر کے کسی دو شاخہ کے تعدد ارتعاش کی اگر پیمائش مقصود ہو تو ”گاٹن“ کے گھومنے کی رفتار کو ترتیب دیکر اُس سے جو سُر پیدا ہوتا ہے اس کے امتداد کو دو شاخہ کے امتداد کے برابر کرنا چاہئے۔ ایک ”چکر کنی“ گہری کی مدد سے گاٹن کے غائٹروں پر نظر رکھ کر یہ معلوم کر لینا چاہئے کہ کتنے عرصہ میں قرص کے کتنے چکر ہوئے۔ اکثر آلوں میں ”بیچ چکر“ کو دندانہ دار چکر کے ساتھ حسب خواہش ملائے یا اُس سے جدا کرنے کے لئے ایک خاص انتظام دیا ہوتا ہے لیکن چونکہ اس کے استعمال سے گاٹن کی رفتار میں کس قدر تغیر واقع ہوتا ہے اُس سے کام نہ لیا جائے تو بہتر ہوگا۔ جب قرص کے گھومنے کی تعداد فی ثانیہ دریافت ہو جائے اور اُس کے سورخ گن لئے جائیں تو سُر کا تعدد ارتعاش معلوم ہو جاتا ہے۔

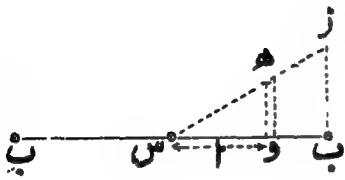
بلندی - سُر کی آواز یا نغمہ میں تین قسم کی تبدیلی ممکن ہے:- (۱) امتداد (۲) بلندی (۳) کیفیت کی۔ امتداد، تعدد ارتعاش کے تابع ہوتا ہے۔ بلندی، آواز کے مبداء کی توانائی پر، سننے والے کے کان سے آواز کی جو موج نکراتی ہے اُس کی توانائی پر موقوف ہے۔ کیفیت پر آگے چکر بحث کی جائیگی۔ یہاں صرف اس قدر کہنا کافی ہوگا کہ جب ایک ہی امتداد کے سُر

مختلف موسیقی آلات سے نکلتے ہیں تو اُن میں امتیاز کیفیت ہی کی بدولت ہوتا ہے۔

جیسا کہ ہم نے اوپر بیان کیا ہے آواز (یا سُر) کی بلندی، ارتعاش کی توانائی کے تابع ہے۔ اور توانائی کا حیطہ ارتعاش کے تابع ہونا واضح ہے۔ توانائی اور حیطہ ارتعاش میں جو نسبت ہے اس کو یوں معلوم کر سکتے

ہیں +

فرض کرو (ک) کمیت کا ایک جسم سادہ موسیقی حرکت کرتا ہے، اور ب، ب اُس کے انتہائی مقام ہیں۔ جب وہ اپنے مقام سکون (س) سے گزرتا ہے، اسکی رفتار کو (د) فرض کرو۔



شکل

یہاں اُس کی توانائی بالفعل [ک د] ہوگی چونکہ حرکت سادہ موسیقی مانی گئی ہے اس لئے اس جسم پر ایک قوت عامل ہوگی جس کا رخ ہمیشہ مقام سکون (س) کی طرف ہوگا، اور جو باعتبار مقدار، (س) سے جسم کے انتقالی فاصلہ کی مناسبت سے بدلتی جائیگی۔ س سے ب تک جانے میں، اس قوت کے مقابلہ میں کام کرنا ہوتا ہے۔ چونکہ ب پر

جسم کی رفتار صفر ہو جاتی ہے، اس لئے یہاں پچھکر
 اُس کی توانائی بالفعل، یعنی $\frac{1}{2} k r^2$ قوت کے مقابلہ
 میں کام کرے ساری کی ساری صرف ہو جاتی ہے۔
 جب انتقالی فاصلہ ۱ ہو تو فرض کرو کہ جسم پر عمل
 کرنے والی قوت ۱۱ ہے (ہر سے یہاں مراد کوئی مستقل
 ہے)۔ شکل ۱۱ میں عمودی خط ھد سے ۱۱ کو تعبیر
 کیا گیا ہے۔ اسی طور پر دوسرے اور ستین بنانے
 سے ایک مثلث نما شکل س ب ز تیار ہوتی ہے۔
 حصہ دوم کے تیرہویں باب میں سمجھایا گیا ہے کہ اس
 شکل سے، قوت کے مقابلہ میں جو کام کیا جاتا ہے،
 اُس کا شمار ہو سکتا ہے۔ اگر حیظ ارتعاش س ب کو
 آنا جائے تو $b z = ۱۱$ ۔ کام کی شکل (مثلث)
 کا رقبہ ناپنے سے پورے کام کی مقدار معلوم ہوتی
 ہے

پس جو کام کیا گیا = $s ب \times \frac{1}{2} b z = \frac{1}{2} \times ۱۱ \times ۱۱$ ہر آ

$$= \frac{1}{2} \times ۱۱ \times ۱۱ = \frac{1}{2} k r^2$$

چونکہ ہر ایک مستقل ہے اس لئے جو کام ہوا ہے
 آ کے مربع یعنی آ کے متناسب ہے۔ واضح ہے کہ
 اس کام سے ارتعاش کی توانائی ظاہر ہوتی ہے پس
 ارتعاش کی توانائی کو حیظ ارتعاش کے مربع سے
 مناسبت ہوتی ہے۔ یہ تعلق نہ صرف کسی مرتعش

جسم کے لئے صحیح ہوتا ہے بلکہ اُن موجوں کے لئے بھی جن کے ذریعہ سے آواز کان تک پہنچتی ہے، دیکھو صفحہ (۶۰) تیسرا باب - اس لئے آواز کی بلندی کو

ہوا کے حیطہ ارتعاش کے مربع سے مناسبت ہوتی ہے۔

(آنوٹ منجانب مترجمہ - چونکہ آواز کی بلندی فی الحقیقت سینے والے کی جِس سامعہ پر موقوف ہوتی ہے لہذا آواز کی بلندی کو ہوا کے حیطہ ارتعاش کے مربع کے تابع کہنا خالی از سقم نہیں۔ البتہ یہ کہا جاسکتا ہے کہ آواز پیدا کرنے والی موجی حرکت کی شدت حیطہ ارتعاش کے مربع کے تابع ہے۔)

ارتعاش کی توانائی تعدد ارتعاش کے بھی تابع ہوتی ہے۔ شکل (۱) پر اگر نظر ڈالی جائے تو معلوم ہوگا کہ

ایک کالہمتر از کا وقت دوران $\tau = \frac{2\pi}{f} = \frac{1}{f}$ - یہاں (ت) سے مراد تعدد ارتعاش ہے اور (۱) اُس گھومنے

والے سمتی کی زاویہی رفتار ہے، جس کا نفل ایک ثابت مستقیم خط پر سادہ موسیقی حرکت پیدا کرتا ہے۔ مہذا $\frac{1}{\tau} = f$ پس

اهتمراز کے عین وسط میں توانائی بالحرکت = $\frac{1}{2} k v^2$

$$= \frac{1}{2} k v^2$$

$$= \frac{1}{2} k v^2$$

اس سے اہترساز کی توانائی بالاشتراك حیطہ ارتعاش کے مربع اور تعدد ارتعاش کے مربع کے متناسب ہوتی ہے۔

متوفی لارڈ ریلے نے ایک معلوم دباؤ کی ہوا کے ذریعہ ایک سیٹی بجاکر پہلے دریافت کر لیا کہ سیٹی بجنے کے لئے فی ثانیہ کس قدر توانائی چاہئے پھر یہ بھی معلوم کر لیا کہ مبداء سے کتنے فاصلہ پر سیٹی کی آواز ٹھیک سنائی دیتی ہے یعنی وہ فاصلہ ناپ لیا گیا جس سے ذرا بھی آگے بڑھنے سے آواز مسوع نہ ہوتی تھی۔

آواز کی موجوں کے پھیلنے کی رعایت رکھ کر اس سے یہ نتیجہ ماخوذ ہوا کہ ٹھیک سماعت کے لئے ہوا کی موجوں کا حیطہ ارتعاش 10^{-10} سم تھا۔ تجربہ محولہ کے متعلق زیادہ تفصیل کے ساتھ مترجم نے چوتھے باب کے اختتام پر بحث لکھی ہے طلباء اس کو بغور پڑھیں۔

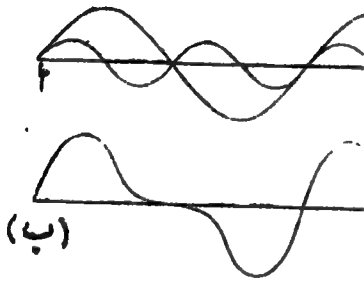
سماعت کی نہایتیں۔ اس سے یہ مراد ہے کہ اوسط انسان کم سے کم، اور زیادہ سے زیادہ، کتنے تعدد ارتعاش کی آواز (یا سر) سن سکتا ہے۔ جب تعدد گھٹتے گھٹتے سر کا امتداد نہایت پست ہو جاتا ہے تو اس کے بعد تعدد کے گھٹاؤ سے، بجائے سماعت موقوف ہونے کے، جن تحریکوں یا دھکوں کے تواتر سے

سُر بنتا ہے علحدہ علحدہ محسوس ہونے لگتے ہیں یعنی سُر کی حیثیت باقی نہیں رہتی، مفرد تحریکین یا دھکے علحدہ علحدہ محسوس ہوتے ہیں۔ لیکن جب تعدد ارتعاش بہت بڑھ جاتا ہے تو سُر بہت اونچا ہوتا ہے۔ جب تعدد ۱۵۰۰۰ فی ثانیہ ہوتا ہے تو سُر محض ایک سسکار کی سی آواز معلوم ہوتی ہے۔ اس سے بھی بڑھ جائے تو آواز ہی نہیں سنائی دیتی۔ بعض لوگوں کی سماعت کی نہایت بہ نسبت امدوں کے زیادہ ہوتی ہے۔ ایسے لوگ ۲۰۰۰۰ یا ۲۵۰۰۰ تک کے تعدد کی آوازیں سن سکتے ہیں۔ نو عمر لوگوں کی سماعت کی نہایت سن لوگوں کی بہ نسبت اعلیٰ العموم زیادہ ہوتی ہے۔ بعض آدمی چوہے کے چھیانے کی آواز نہیں سن سکتے۔ اُن کے لئے اس آواز کا امتداد جو فی الحقیقت بڑا ہوتا ہے سماعت کی نہایت سے بڑھ جاتا ہے۔ گالٹن کی سیٹی سے (دیکھو نمبر ۲) بہت بڑے امتداد کے سُر بجا سکتے ہیں۔ علاوہ بریں ان سُرؤں کا امتداد حسب منشاء گھٹایا بڑھایا بھی جاسکتا ہے۔ پس اس کی مدد سے ہر کسی کی سماعت کی نہایت کا اندازہ ہو سکتا ہے :

کیفیت - ایک ہی امتداد کے سُر جب مختلف مبدائوں سے پیدا ہوتے ہیں ہم ان کو پہچان لیتے ہیں۔ اس امتیاز کی وجہ یہ ہے کہ اُن کی ”کیفیتوں“ میں اختلاف

ہوتا ہے۔ سُر کی "کیفیت" کا باعث اُس کے ارتعاش کی "پہچیدگی" ہے۔ شاذ ہی ایسا ہوتا ہے کہ آواز دینے والے جسم کی ارتعاشی حرکت ایک سادہ موسیقی حرکت ہوتی ہے۔ سُر پیدا کرنے کے دو شاخہ کی حرکت قریب قریب سادہ موسیقی حرکت سمجھی جا سکتی ہے۔ ایسے دو شاخے کو جب اُس کے گنگ کے صندوقچہ پر چڑھا کر مرتلش کرتے ہیں (شکل ۵) تو اُس سے نکلنے والی آواز ایک بسیط سُر کی قریب ترین مثال ہے جو ہم پیش کر سکتے ہیں۔

دوسری اور مثالوں میں سُر کی خالص نہیں ہوتی۔ یعنی علی العموم موسیقی سُر مرکب ہوتے ہیں۔ اُن میں علاوہ اُس سُر کے جس کے تعدد ارتعاش کے لحاظ سے سُر کا امتداد قرار پاتا ہے، اور جو اساسی سُر کہلاتی ہے، دوسری سُر تیاں بھی موجود ہوتی ہیں۔ اُن کو مضاعف سُر تیاں (اُودرٹون) کہتے ہیں۔



شکل ۱۲

دو موجوں کی ترکیب

اساسی سُر کی تعدد ارتعاش سب سے کم ہوتا ہے لیکن عام طور پر اُس کی حدت بمقابل مضاعف سُر تیوں کی حدت کے زیادہ ہوتی ہے۔

اساسی سُرتی اور مضاعف سُرتیوں کے تعدد ارتعاش کے مابین اکثر بہت سادہ عددی تعلق ہوتا ہے۔ مثلاً اگر اساسی سُرتی کے تعدد ارتعاش کو بالفرض ۱ مانا جائے تو ان مضاعف سُرتیوں کے ارتعاشی تعدد بعض صورتوں میں ۲، ۳، ۴ وغیرہ ہونگے۔ ساتویں باب کے مطالعہ سے معلوم ہوگا کہ جب آواز ایک تار سے برآمد ہوتی ہے ان مضاعف سُرتیوں (یعنی اُوورٹونوں) کی تعداد اور ان کے ارتعاش کی حدت اس امر پر موقوف ہوتی ہے کہ تار کو کس مقام پر مضرب (یا کمان) سے چھیڑ کر ارتعاش کیا جاتا ہے۔ اور آٹھویں باب کے ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ اگر نلی جب سُر کا مبداء ہوتی ہے تو 'بند' نلی کے اُوورٹون 'کھلی' نلی کے اُوورٹون سے نوعیت میں جداگانہ ہوتے ہیں۔

ایسے مبداءوں سے آنے والی (آواز کی) پیچیدہ موجیں جب ہمارے کانوں میں داخل ہوتی ہیں تو کان بطور خود (گویا ہماری اطلاع بغیر) ان کی تحلیل کر کے ان کے اجزاء ترکیبی کو علیحدہ کرتا ہے۔ تحلیل کے بعد جب یہ اُوورٹون علیحدہ علیحدہ محسوس ہوتے ہیں تو سُروں کی 'کیفیت' کا امتیاز ہوتا ہے اور ہم تجربہ سے پہچان لیتے ہیں کہ فلان سُر کا مبداء فلان موسیقی باجہ یا آلہ ہے۔

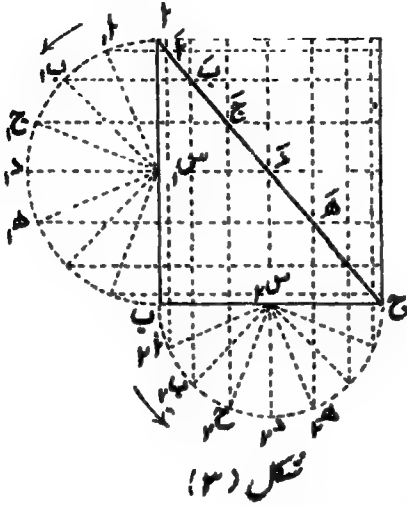
شکل (۱۲) الف۔ انتقالی فاصلہ اور وقت کی ترسیوں

کی مدد سے دو جداگانہ 'سادہ موسیقی' موجیں کھینچی گئی ہیں۔ ان میں سے ایک کا تعدد ارتعاش دوسرے کے تعدد کا دو چند ہے۔ شکل (۱۲) با میں ان دونوں موجوں کو مرکب کر کے یعنی ان کے معینوں کے طول کو جبری طور پر جمع کر کے ایک نئی موج بنائی گئی ہے۔ جب شکل ب والی وضع کی موج کان میں داخل ہوتی ہے تو اس کی تحلیل ہو کر اُس کے دونوں ترکیبی جزو کا ہمیں امتیاز ہوتا ہے

ارتعاشوں کی ترکیب - دو ارتعاشوں کی ترکیب کے متعلق اوپر جو مثال دی گئی تھی اُس میں ارتعاشوں کی سمت ایک ہی فرض کی گئی تھی۔ ان کا حاصل ایک پیچیدہ ارتعاش ہے لیکن اُس کی سمت اُس کے اجزائے ترکیبی ہی کی سمت ہے۔ اگر کوئی جسم دو سادہ موسیقی حرکتیں رکھتا ہے، جن کی سمتیں ایک دوسرے پر عمودی واقع ہیں، تو اُن کی حاصل مجموعی حرکت ایک آسان ترسیمی طریقہ سے یوں دریافت ہو سکتی ہے:-

فرض کرو ایک ارتعاشی حرکت کی سمت ۱ ہے، اور دوسرے کی ۲ (دیکھو شکل ۱۳) دونوں کے تعدد ارتعاش مساوی ہیں۔ اگر دونوں ارتعاشوں کی ہیئت ایک ہی مانی جائے، تو دونوں کے لئے انتہائی وضعوں اور وسطی وضعوں سے گزرنے کے اوقات ایک ہی

ہونگے۔ فرض کرو جسم مقام ۱ سے حرکت شروع کرتا ہے۔



اَب اور ب اَج

پر نصف دائرے

بنا کر اُن کے

محیطوں کو مساوی

حصوں ۱۱

ا ب، وغیرہ

اور ب ا، ا ب،

وغیرہ میں تقسیم

کرو۔ پہلے ارتعاش ہم تعدد ارتعاشین عمودی سمتوں میں اور ایک ہیئت کی

کی وجہ سے جسم کا جو مقام ہوگا س ۱ کے ظل سے اُس

کا پتہ چلتا ہے۔ دوسرے ارتعاش کی وجہ سے جو مقام

ہوگا س ۱ کے ظل سے دریافت ہوتا ہے۔ پس اُس کا

حقیقی مقام ۲ ہوگا۔ دوسرے وقفہ کے بعد اُس کا

مقام ب ہوگا، اس کے بعد بالترتیب ج، د، ہ،

وغیرہ۔ فی الواقع اُس کا سیر وتر آج ہوگا۔ ارتعاش

کے دوسرے نصف حصہ میں جسم ج سے ا تک واپس

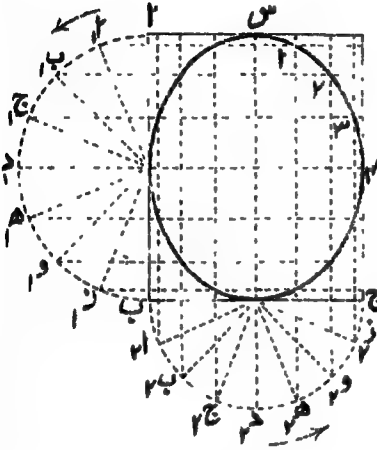
جائیگا۔ پس ظاہر ہے کہ ان دو ارتعاشوں کا حاصل ایک

سادہ موسیقی حرکت ہے جو وتر آج پر عمل میں آتی

ہے۔

جب ارتعاش کے اجزائے ترکیبی ایک ہیئت میں نہیں

ہوتے ہیں اُن کے حاصل ارتعاش کا مسیر شکل ناقص ہوتا ہے۔ فرض کرو مرتش جسم پہلے ارتعاش کے انتہائی مقام اور دوسرے کے وسطی مقام سے حرکت شروع کرتا ہے۔



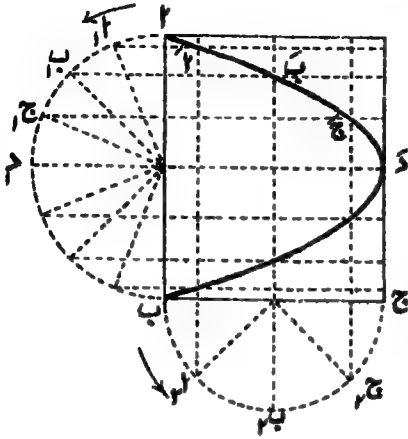
اُس کا حقیقی مقام ۲ اور ۴ سے معلوم ہوگا یعنی وہ مقام ۱۲ پر ہوگا۔ دیکھو شکل ۱۲۔

ارتعاش کی مدت $\frac{1}{14}$ کے بعد جسم مقام (۱) پر ہوگا، جو ۲ اور ۴ کے ذریعہ دریافت ہوتا ہے۔ اس کے بعد وہ

بالترتیب ۲، ۳، ۴، ۵، وغیرہ دوم تعدد ارتعاش عودی سمتوں میں بیٹھتوں پر جائیگا۔
مقاموں پر پایا جائیگا۔ ارتعاش کی پوری مدت میں شکل ناقص کا سالم دور ختم ہو جائیگا۔

شکل پر نظر ڈالی جائے تو معلوم ہوگا کہ جب دونوں ارتعاشوں کا حیث مساوی ہوتا ہے (یعنی اب = باج) تو مرتش جسم کا مسیر دائرے کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ پس اگر ارتعاش کے اجزائے ترکیبی کی ہیئت ایک ہو تو مسیر ایک خط مستقیم ہوتا ہے، لیکن اگر اُن کی ہیئتوں میں پاؤ ارتعاش کا اختلاف (یعنی $\frac{1}{14}$ ہو تو مسیر یا قطع زائد کی شکل میں ہوتا ہے یا دائرے کی۔

دہانے سے ایک وزن دار شے کو لٹکا کر 'بیضی رقص' اگر بنایا جائے



شکل (۱۱۵)

جیسا کہ شکل (۱۱۳) میں بتایا گیا ہے دو عمودی ارتعاشیں جنکے تعدد ارتعاش کو آپس میں ۱۲ اور ۱ کی نسبت

اہتزاز کی سمت، بالکل ایک دوسرے خط پر اہتزاز کریں گے۔ اگر اسکو اسوقت

دھکا دیا جائے جبکہ وہ اپنے

اہتزاز کے ایک انتہائی

مقام پر پہونچا ہو، تو

اُس کے مسیر کی شکل

یا شکل ناقص میں بدل

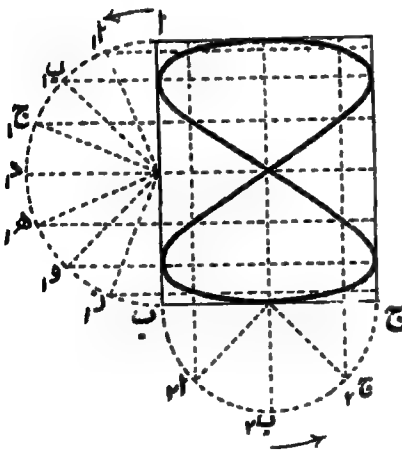
جائے گی یا دائرے میں

اگر ارتعاش کے اجزائے

ترکیبی میں سے ایک کا

تعدد دوسرے کا دو چند

ہو تو پیشترنی مثالوں کی طرح



شکل (۱۱۶)

ان کا حاصل بھی دریافت ہو سکتا ہے۔ پندرہویں اور سولہویں شکلوں کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ ایسے مرتعش جسم کے مسیر کی شکل کیا ہوتی ہے۔ شکل (۱۵) میں اجزائے ترکیبی کی اضافی ہتیتیں ایسی واقع ہوئی ہیں کہ مسیر قطع مکانی ۱۲ بج ۶ ب کی صورت اختیار کرتا ہے اور شکل (۱۶) میں ہتیتوں کا اختلاف ایسا ہے کہ مسیر انگریزی مندر آٹھ (۸) کی شکل پر آجاتا ہے اگر ارتعاش کی اضافی ہتیتیں ان دونوں صورتوں سے جدا گانہ ہوں تو مسیر کی شکلیں شکل ۱۵ اور ۱۶ کے "مابین" لیکن دونوں سے مختلف ہونگی (ہتیت کے ان درمیانی اختلافوں سے جو شکلیں پیدا ہوتی ہیں، مذکورہ بالا ترمیمی طریقہ کی مدد سے آسانی سمجھنی جاسکتی ہیں۔ مترجم) اگر تعددوں میں نسبت ٹھیک ۱:۲ نہ ہو تو مرکب ارتعاش کا مسیر بتدریج یکے بعد دیگرے یہ تمام شکلیں اختیار کریگا۔ مرکب ارتعاشوں کی تین سادہ ترین مثالیں، جنہیں تعددوں کی نسبت بالترتیب ۱:۱، ۱:۲، ۲:۳ ہے، شکل (۱۸) میں بتائی گئی ہیں۔

[تنبلیکہ منجانب مترجم۔ ارتعاشوں کی ترکیب کے لئے جو ترمیمی طریقہ سمجھایا گیا ہے اس سے پیچیدہ نسبتوں کے مسائل بھی آسانی سے حل ہو سکتے ہیں۔ دونوں سادہ موسیقی ارتعاشوں کے لئے جو دائرے سمجھنے ہوئے ان کے

محیطوں کو بالترتیب ان اور ان مساوی حصوں میں تقسیم کرنا ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ ان اور ان دو ایسے صحیح عدد ہیں کہ $\frac{ن}{دو} = \frac{دو}{ن} = \frac{دو}{دو}$ یہاں (دو) سے ارتعاشوں کے وقت دوران مراد ہے اور (دو) سے انکی زاویہی رفتاریں۔ سادہ نسبتوں کے (مثلاً ۱:۲ یا ۲:۱) نسبتوں کے مسائل (علم مثلث کی مدد سے بھی فوراً حل ہو جاتے ہیں۔ بعض امور کے لحاظ سے، ان کو علم مثلث کے ذریعہ حل کرنا مفید ہوتا ہے۔ ان سے زیادہ پیچیدہ نسبتوں کے مسائل بھی ان طریقوں سے حل ہو سکتے ہیں لیکن عمل طول اور پیچیدہ ہو جاتا ہے۔ اس لئے انکے لئے رسمی طریقہ ہی زیادہ موزوں ہے۔ ذیل میں ہم علم مثلث کے ذریعہ ۱:۱ اور ۱:۲ نسبتوں کے ارتعاشوں کی ترکیب سمجھاتے ہیں:-

(۱) جب تعددوں میں نسبت ۱:۱ ہوتی ہے۔ یعنی دونوں ارتعاشوں کے لئے زاویہی رفتار ایک ہی ہوتی ہے:-

$$لا = ۱ \text{ جب } > (دو + غ)$$

$$\text{اور } ما = ۱ \text{ جب } > دو$$

$$\text{یعنی } با = ۱ \text{ جب } > دو \text{ لہذا } (۱ - \frac{با}{دو}) = جم > دو$$

$$\text{اور } لا = ۱ \text{ جب } > دو \text{ جم } + غ > دو \text{ جب } > غ$$

$$\begin{aligned}
 \therefore \frac{لا}{۲} &= \frac{با}{۲} \text{ جم } < \text{غ} > + (۱ - \frac{۲۱}{۲} با) \frac{۱}{۲} \text{ جب } < \text{غ} > \\
 \text{پس } (\frac{لا}{۲} - \frac{با}{۲} \text{ جم } < \text{غ} >) &= (۱ - \frac{۲۱}{۲} با) \text{ جب } < \text{غ} > \\
 \therefore \frac{لا}{۲} - \frac{۲۱}{۲} با &= \frac{با}{۲} \text{ جم } < \text{غ} > + \frac{۲۱}{۲} با \text{ جب } < \text{غ} > \\
 \text{یعنی } \frac{لا}{۲} - \frac{۲۱}{۲} با &= \frac{با}{۲} \text{ جم } < \text{غ} > + \frac{۲۱}{۲} با = \text{جب } < \text{غ} > \\
 (\text{اس لئے کہ جم } < \text{غ} > + \text{جب } < \text{غ} > &= ۱) \\
 \therefore با لا - ۲۱ با &= لا ما جم < \text{غ} > + ۲۱ ما = ۱ با جب < \text{غ} > \\
 \text{یہ ایک قطع ناقص کی مساوات ہے جس کے محور} & \\
 \text{معدّہ محوروں کے ساتھ مائل ہوتے ہیں۔} & \\
 \text{اگر } < \text{غ} > = ۰ \text{ ہو تو } ما لا - ۲۱ با &= لا ما + ۲۱ ما = ۰ \\
 \text{یعنی } (با لا - ۲۱ ما) &= ۰ \\
 \text{اور یہ مساوات ہے دو منطبق خطوط مستقیم کی جو} & \\
 \text{(شکل ۱۳ میں) با د سے گزرتے ہیں۔} & \\
 \text{اگر } < \text{غ} > = \pi \text{ ہو تو } (با لا + ۲۱ ما) &= ۰ \\
 \text{جو شکل ۱۳ کے خطوط مستقیم اج اور ج ا کی مساوات} & \\
 \text{ہے۔} & \\
 \text{اگر } < \text{غ} > = \frac{\pi}{۲} \text{ یا } \frac{۳\pi}{۲} \text{ ہو تو } با لا + ۲۱ ما &= ۱ با \\
 \text{یعنی } \frac{لا}{۲} + \frac{۲۱}{۲} با &= ۱
 \end{aligned}$$

جو مساوات ہے ایک قطع ناقص کی جس کے نصف محور
۱ اور ب' لا اور ما کے محوروں پر واقع ہوتے ہیں۔
دیکھو شکل (۱۴)

(۲) جب تعددوں میں نسبت ۱:۲ ہوتی ہے یعنی
ایک ارتعاش کی زاویائی رفتار دوسرے کی دوچند ہوتی ہے۔
لا = ا جب $\angle (2\omega + \phi)$

$$ما = ب جب \angle \omega$$

$$\text{یعنی } \frac{لا}{ما} = \text{جب } \angle 2\omega + \phi + \text{جم} \angle \omega = \text{جب } \angle \omega$$

$$\frac{لا}{ب} = \text{جب } \angle \omega \text{ اور } (1 - \frac{لا}{ب}) = \text{جم} \angle \omega$$

$$\text{معینا جب } \angle 2\omega = 2 \text{ جب } \angle \omega + \text{جم} \angle \omega = 2 - 1 = 1 \text{ جب } \angle \omega$$

$$\text{پس } \frac{لا}{ب} = 2 \frac{لا}{ب} (1 - \frac{لا}{ب}) + \text{جم} \angle \omega + (2 - 1) \frac{لا}{ب} \text{ جب } \angle \omega$$

$$\therefore \left\{ \frac{لا}{ب} - (2 - 1) \frac{لا}{ب} \right\} \text{ جب } \angle \omega = 2 \frac{لا}{ب} (1 - \frac{لا}{ب}) + \text{جم} \angle \omega$$

$$\frac{لا}{ب} - 2 \frac{لا}{ب} (2 - 1) \frac{لا}{ب} \text{ جب } \angle \omega + (2 - 1) \frac{لا}{ب} (1 - \frac{لا}{ب}) + \text{جم} \angle \omega = 2 \frac{لا}{ب} (1 - \frac{لا}{ب}) + \text{جم} \angle \omega$$

$$\therefore \left(\frac{لا}{ب} - 2 \frac{لا}{ب} (2 - 1) \frac{لا}{ب} \right) \text{ جب } \angle \omega + (2 - 1) \frac{لا}{ب} (1 - \frac{لا}{ب}) + \text{جم} \angle \omega = 2 \frac{لا}{ب} (1 - \frac{لا}{ب}) + \text{جم} \angle \omega$$

$$\text{یعنی } \left(\frac{لا}{ب} - 2 \frac{لا}{ب} (2 - 1) \frac{لا}{ب} \right) \text{ جب } \angle \omega + (2 - 1) \frac{لا}{ب} (1 - \frac{لا}{ب}) + \text{جم} \angle \omega = 0$$

$$\text{اگر } \angle \omega = 0 \text{ ہو تو } 2 \frac{لا}{ب} (1 - \frac{لا}{ب}) + (2 - 1) \frac{لا}{ب} = 0$$

یہ مساوات ہے شکل (۱۴) کے میسر کی (جو انگریزی ہندسہ 8 کے شائبہ ہے)

اگر $\angle غ = \pi$ ہو تو بھی مساوات حاصل ہوتی ہے۔

اور اگر $\angle غ = \frac{\pi}{4}$ ہو تو $\frac{1}{4} \left\{ \frac{1}{2} + \left(1 - \frac{1}{4}\right) - \left(1 - \frac{1}{4}\right) \right\} = 0$

$$= 0 \quad \text{یعنی}$$

جو مساوات ہے دو منطق مکانی قطعات کی۔ دیکھو شکل (۱۵)

اگر $\angle غ = \frac{3\pi}{4}$ ہو تو $\frac{1}{4} \left\{ \left(1 + \frac{1}{4}\right) - \left(1 + \frac{1}{4}\right) \right\} = 0$

$$= 0 \quad \text{یعنی}$$

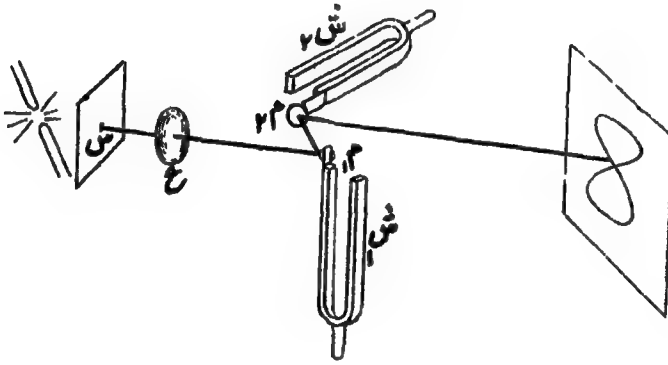
یہ بھی دو منطق مکانی قطعات کی مساوات ہے لیکن ان کا رخ اوپر والے مکافیوں کی مخالف سمت میں ہوگا۔

واضح ہو کہ کتاب کی شکل (۱۸) میں صفر تفاوت ہئیت کے تحت '۱:۲' نسبت کے مسیر کی شکل، پندرہویں شکل کی سی بتائی گئی ہے نہ کہ سولہویں شکل کی سی۔ چونکہ ارتعاشوں کی رفتاریں جدا ہیں اس لئے تفاوت ہئیت کا لفظ کیقدر مبہم ہے۔ ہئیت کا تفاوت ناپنے وقت یہ دیکھ لینا چاہئے کہ ارتعاشوں کے اجزائے ترکیبی کی ہئیتیں خود کیا ہوتی ہیں۔ تحلیلی طریقہ سے مسیر کی شکل دریافت کرنے اجزائے ترکیبی کی ہئیتیں اس انداز سے تجویز کی گئیں کہ دونوں ارتعاشوں کا آغاز اُن کے سکون کے موقعوں سے ہوتا ہے۔ شکل (۱۸) میں ایسا نہیں کیا

گیا ہے۔ [

سیج کی شکلیں۔ دو سر پیدا کرنے کے دو شاخوں کے ذریعہ سے ان مرکب ارتعاشوں کی شکلیں دکھائی جاسکتی ہیں۔ اگر ان کی ایک ایک شاخ کے سرے پر چھوٹا آئینہ لگا دیا جائے اور روشنی کی متوازی شعاعوں کی پینسل پہلے ایک دو شاخ کے آئینے سے منعکس ہو کر پھر دوسرے دو شاخ کے آئینے سے منعکس ہو تو پینسل کی حاصل مجموعی حرکت ان مرکب ارتعاشوں کی سی ہوگی۔ لیکن آئینوں کو راست دو شاخوں پر لگانے سے پینسل کا مسیر بہت چھوٹے پیمانے پر دکھائی دے گا اسکے بجائے، اگر شکل (۱۷) م اور م کی طرح، یہ چھوٹے آئینے (جو متحرک لچھے والے برقی رو پیا کے آئینے کے سے ہوں تو بہت مناسب ہوگا) ابرق کی ایک ایک پتلی بیٹی کے سرے پر جوڑ دیئے جائیں اور بیٹیوں کے دوسرے سرے دو شاخوں کی ایک ایک شاخ سے باندھ دیئے جائیں تو منعکس پینسل کے اتسار کا حیطہ کافی بڑا ہو سکتا ہے اور مرکب ارتعاشوں کی شکلیں بڑے پیمانے پر بنا کر ایک پردے پر اتاری جاسکتی ہیں۔ چند ہی ارتعاشوں کے بعد آئینہ کی حرکت دو شاخ کی حرکت کی صیغہ، اور بڑے پیمانے پر، نقل ہوگی۔ ایک دوسرے پردے کے بیچ میں ایک باریک سوراخ (س) کر کے پردے کے پیچھے نور کا ایک طاقت دار مبداء دکھا جائے۔

اور عدسہ (ع) ایسے مقام پر رکھا جائے کہ (س) کا ایک واضح اور ممتاز الحدود خیال پہلے پردہ پر بنے۔ شعاعوں کے راستہ میں آئینہ م کو (دو شاخہ ش سمیت) کھڑا کر کے روشنی کو آئینہ م پر (جو قریب کے دو شاخہ ش کے ساتھ افقی مستوی میں ارتعاش کریگا) منعکس کیا جائے۔ یہاں سے شعاعیں پلٹ کر پہلے پردے پر جمع ہو جائیں گی۔ اگر دو شاخہ ش اکیلا مرتعش ہوگا پردے پر نور کا نشان انتصابی حرکت کریگا



شکل (۱۶)

لیجو کی خفکین پیدا کرنے کے آلات

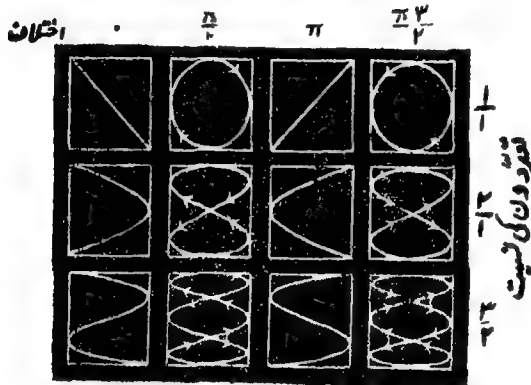
اور اس لئے پردے پر ایک منور انتصابی خط مستقیم دکھائی دیگا۔ اگر دو شاخہ ش اکیلا ارتعاش کرے تو پردے پر ایک روشن افقی خط مستقیم بنیگا۔ جب دونوں دو شاخے ایک ساتھ

مرتش ہونگے پردے پر جو شکل بیگی دو شاخوں کے تعددوں اور ان کی ہیئتوں کے تابع ہوگی۔ ایسی شکلیں ”سیجو“ کی شکلیں کہلاتی ہیں۔ ان کے ذریعہ سے ہم نہایت صحت کے ساتھ دو شاخوں کے تعددوں کی نسبت دریافت کر سکتے ہیں جبکہ یہ نسبت چھوٹے اور صحیح عددوں پر مشتمل ہوتی ہے۔

چنانچہ جب تعددوں میں نسبت ۱:۱ ہوتی ہے پردہ پر سیجو والی جو شکل بنے گی شکل (۱۳) یا شکل (۱۸) کی پہلی قطار کی سی ہوگی۔ جب نسبت پوری ۱:۱ ہوتی ہے تو سیجو والی شکل مستقل اور غیر متبدل ہوتی ہے، لیکن اگر وہ ۱:۱ سے بقدر ایک بہت قلیل مقدار کے مختلف ہو تو اس شکل میں بتدریج تغیر واقع ہوگا اور وہ پہلی قطار کے شکلوں کا پورا سلسلہ ختم کر کے اپنی پہلی شکل پر آجائیں گی، ٹھیک اسوقت جبکہ زیادہ تیز رفتار والا دوشاخہ دوسرے دو شاخہ سے کامل ایک ارتعاش بڑھ کر انجام دیگا۔

فرض کرو اگر دو شاخہ کا تعدد ارتعاش ۲۵۶ ہے اور سیجو والی شکل کے تغیر کا دور ۱۰ ثانیہ میں پورا ہوتا ہے تو اس مدت میں اس دو شاخہ کے ۲۵۶۰ ارتعاش ہوتے ہیں اور دوسرے کے ۲۵۵۹ یا ۲۵۶۱۔ ان دو عددوں میں سے کونسا عدد صحیح ہے دریافت کرنے کیلئے

یہ دیکھنا چاہئے کہ شکل میں تغیر، سلسلہ کی کس سمت میں پایا جاتا ہے تاکہ یہ معلوم ہو کہ کس دو شاخہ کی ہیئت میں اضافی زیادتی ہوتی ہے، یا ایک دو شاخہ



شکل (۱۸)

سیجی والی شکلیں

کے سرے پر موم سے ذرا سا وزن جگا کر (تاکہ اُس کے اتہزاز کی رفتار ذرا دہی ہو جائے) شکل کے تغیر پر اس کا کیا اثر پڑتا ہے ملاحظہ کیا جائے۔ شکل (۱۸) میں علاوہ ۱:۱ تعددوں کی نسبت کے ۲:۱ اور ۳:۲ نسبتوں کی شکلیں بھی بتائی گئی ہیں +

دوسرے باب کی مشقین

(۱)۔ شور اور موسیقی سُر میں کیا فرق ہے ؟

”گاٹن“ پر مفصل بیان لکھو اور بتاؤ اُس سے کسی سُر کے تعدد کی تعیین کس طرح کرو گے۔

(۲) - تفصیل کے ساتھ کوئی ایسا طریقہ بیان کرو جس سے ایک دو شاخہ کا تعدد، اُس کے ساتھ ایک ”گاٹن“ کو ہمسر کر کے، دریافت کیا جائے۔

(۳) ثابت کرو کہ مرتعش جسم کی توانائی بالحرکت، حیطہ ارتعاش کے مربع کے ساتھ متناسب ہے۔

(۴) - دو سادہ موسیقی حرکتیں ایک سمت میں واقع ہیں، ان کی ترکیب کے متعلق مفصل بیان لکھو۔ اگر ان حرکتوں کی سمتیں باہمیگر عمودی واقع ہوں تو اُن کی ترکیب کا کیا طریقہ ہے بیان کرو۔

(۵) ”سیجھ“ والی شکلوں سے کیا مراد ہے؟ اُن کی مد سے دو، دو شاخوں کے تعددوں کا کیونکر مقابلہ کیا جاسکتا ہے؟

(۶) ”گاٹن“ کے ذریعہ سُر پیدا کر کے کسی دو شاخہ کا تعدد ارتعاش کیسے دریافت کیا جاسکتا ہے، تفصیل کے ساتھ بیان کرو۔ جواب کی صحت معلوم کرنے کے لئے کوئی طریقہ تجویز کرو۔

ایک ”گاٹن“ کی مدور تختی پر ۲۰۰ سوراخوں کی قطار بنی ہے اور جب وہ فی دقیقہ ۱۳۲ چکر لگاتی ہے تو اُس کا سُر ایک دئے ہوئے سُر پیدا کرنے کے

دو شاخہ سے ایک سرگم گھٹا ہوا ہوتا ہے۔ بتاؤ
 دو شاخہ کا تعدد ارتعاش کیا ہے۔ [ل-ی-ا]
 (۷) ثابت کرو کہ جب کوئی جسم ایک ہی وقت میں دو
 سادہ موسیقی حرکتیں، جن کی سمتیں ایک دوسرے
 پر عمود وار واقع ہوں، اختیار کرتا ہے، تو اُس
 کے مسیر کی شکل قطع ناقص کی سی ہو سکتی ہے،
 جو بعض حالتوں میں دائرے کی صورت میں
 بدل جاتی ہے۔ [ل-ی-ا]

(۸) دو شاخوں سے، جن کے تعددون کی نسبت
 تقریباً ۱:۲ ہے، لیجو کی شکلیں بنائی جاتی ہیں
 ۱۵ نانیوں میں شکل تغیر کا دور پورا کرتی ہے۔
 اونچے امتداد کے دو شاخہ پر خفیف وزن باندھنے
 سے شکل کے تغیر کا دور ۱۰ نانیوں میں پورا
 ہوتا ہے۔ اگر نیچے امتداد والے دو شاخہ کا
 تعدد ارتعاش ۳۰۰ ہو تو دوسرے دو شاخہ کا
 تعدد وزن باندھنے سے پہلے کیا تھا اور اُسکے
 بعد کیا ہے؟

(۹) ایک جسم سادہ موسیقی حرکت کرتا ہے، حیظہ
 ارتعاش ۵۰ سم ہے، اور تعدد ۸۸ فی ثانیہ۔
 اگر جسم کی کمیت ۸ گرام ہو تو دریافت کرو
 ارتعاش کے وسط میں اُسکی توانائی بالحرکت کیا ہوگی۔

(۱۰) موسیقی سُسر کی "کیفیت" کس چیز کے تابع ہوتی ہے ؟ بتاؤ اس کی کیا وجہ ہے کہ جب ایک ہی امتداد کے دو سُسر، ایک، سُسر پیدا کرنے کے دو نشانہ سے، اور دوسرا، ایک ارگن ٹلی سے نکل کر، کان میں داخل ہوتے ہیں تو ان کا فرق پہچان لیا جاتا ہے ۔

تیسرا باب

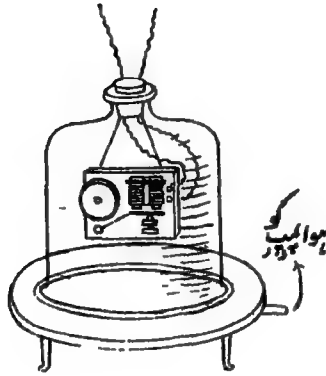


موجی حرکت



آواز کا ارسال - واضح ہے کہ آواز کے احساس کے لئے کوئی ”چیز“ آواز دینے والے جسم سے کان تک منتقل ہوتی ہے - چونکہ ایسے جسم کی حرکت ارتعاشی ہوتی ہے اس لئے یہ قیاس کیا جاسکتا ہے کہ کسی نہ کسی قسم کی موجی حرکت اُس جسم سے باہر کی طرف منتقل ہوتی ہے - ہم تجربہ سے بتا سکتے ہیں کہ عام طور پر، آواز کی موجی حرکت ہوا کے واسطے سے منتقل ہوتی ہے - اگر ایک ہوا بند فانوس کے اندر ایک برقی گھنٹی کو لٹکا کر فانوس میں سے بتدریج ہوا

خارج کی جائے (دیکھو شکل ۱۹) تو جوں جوں فانوس



شکل (۱۹)

کے اندر ہوا
گھٹتی جاٹگی
گھٹتی کی آواز
میں نقاہت
زیادہ محسوس
ہوگی۔ کامل
سکوت کی نوبت
اس لئے نہیں
آنے پاتی کہ
گھٹتی کو کسی نہ
کسی چیز کے

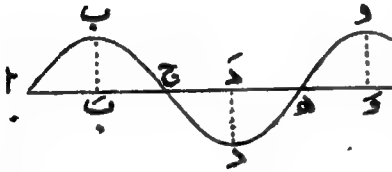
سہارے لٹکانا ہوا کے ذریعہ آواز کا انتقال ثابت کرنے کے لئے تجربہ ہوتا ہے۔ اور موجی حرکت ایک حد تک ان سہاروں کے ذریعہ باہر کی طرف منتقل ہو جاتی ہے، خواہ یہ سہارے ربڑ کے بند ہی ہوں۔ تاہم اس تجربہ سے آواز میں جو قطعی گھٹاؤ پایا جاتا ہے اس سے ظاہر ہے کہ آواز پیدا کرنے والی موجی حرکتوں کے انتقال کا اصل واسطہ ہوا ہے۔

تمام مادی اشیاء کے ذریعہ آواز کی موجیں منتقل ہو سکتی ہیں۔ اگر کسی لمبی مینر کے ایک سرے

پر کسی چیز سے خفیف سا کھٹکھٹایا یا کھروچا جائے تو مقابل کے سرے پر کان لگانے سے آواز سنائی دیکتی ہے ، اُس صورت میں جبکہ آواز اس قدر ضعیف ہو کہ جب تک کان ہوا میں کھروچنے یا کھٹکھٹانے کے مقام سے بالکل قریب نہ لیجا یا جائے ، آواز ذرا بھی سنائی نہ دے۔ پس اس سے ظاہر ہے کہ آواز کی موجیں مینر کی لکڑی کے واسطے سے منتقل ہوئی ہیں۔

عرضی موجیں۔ موجی حرکت دو قسم کی ہوتی ہے۔ ایک حرکت میں واسطے کے ”ذروں“ کی حرکت موج کی روانگی کی سمت پر عمود وار واقع ہوتی ہے۔ پانی کی سطح پر جو موجیں دکھائی دیتی ہیں ان میں اسی طرح کی حرکت ہوتی ہے۔ [بشرطیکہ موجیں چھوٹی ہوں یعنی ان کا ارتفاع پانی کی عام سطح سے زیادہ نہ ہو عام طور پر ایسی موجیں لہروں کے نام سے مشہور ہیں جب موجیں بڑی ہوتی ہیں تو پانی کے ”ذرات“ کی حرکت کیقدر پیچیدہ ہوتی ہے۔ مترجم]۔ دوسری حرکت میں واسطے کے ”ذرے“ اُسی خط پر آگے پیچھے حرکت کرتے ہیں جو موج کی روانگی کی سمت بتاتا ہے۔ پہلی موجی حرکت کو عرضی موجی حرکت کہتے ہیں اور دوسری حرکت کو طولی موجی۔ آواز کی موجیں طولی ہوتی ہیں۔ اُن کا سمجھنا مبتدیوں کے استفادہ کے لئے

اتنا آسان نہیں ہے جتنا عرضی موجوں کا۔ اس لئے پہلے عرضی موجی حرکت کا تذکرہ کیا جاتا ہے۔
 عرض موجی حرکت سمجھانے کے لئے رستی یا ڈوری کے ایک سرے کو بازو کی طرف دفعتاً جنبش دی جائے۔
 اس سے رستی پر ایک موج دوڑ جائیگی۔ اگر رستی کا تناؤ بہت زیادہ نہ ہو۔ (یعنی اس کو بہت کھینچ کر پکڑا نہ گیا ہو) تو یہ موج رستی پر سے گزرتی ہوئی دکھائی دے گی۔
 اگر اس کے سرے کو باری باری سے پہلے ایک طرف پھر دوسری طرف مخالف سمت میں حرکت دی جائے،
 تو رستی پر سے موجوں کا ایک



سلسلہ گزرے گا۔ اگر رستی کے سرے کو سادہ موسیقی حرکت دی گئی ہو تو اس موج کی شکل جیب کے منحنی کے ذریعہ بتائی جاسکتی ہے۔

شکل ۲۰

رستی کے ہر ذرے کی نقل مکان بازو کی طرف ہوتی ہے سادہ موسیقی موج کی ترسیم مناسب پیمانہ پر اس نقل مکان کی تعبیر شکل (۲۰) کے منحنی اب ج دھ و سے ہو سکتی ہے۔ موج جون جون آگے کو بڑھتی ہے رستی کا ہر ایک ذرہ یا ٹکڑا ایک سادہ موسیقی حرکت انجام دیتا ہے جس کا

حیطہ ارتعاش باب یا در کے مادی ہے۔

پانی کی سطح پر کے موجوں کی مشابہت سے (ب) اور (د) کو اکثر موج کا آوج یا فراز کہتے ہیں اور (د) کو حضض یا نشیب۔

رسی کے کسی بھی حصہ کی حرکت دوہرائی جاتی ہے ٹھیک اُس وقت جبکہ λ کے مادی موج کا طول اس حصہ پر سے گزرتا ہے۔ پس λ کو طول موج کہتے ہیں۔ اس لئے طول موج سے مراد، موجی حرکت کے واسطہ کے دو متواتر ہم ہئیت موقعوں کا درمیانی فاصلہ ہے۔ چنانچہ $\lambda = 2\lambda$ = یعنی طول موج۔

طول موج، تعدد ارتعاش اور رفتار موج کا آپس میں تعلق۔ جس مدت میں رسی کا سیرا ایک کامل ہتزاز پورا کرتا ہے موج رسی پر فاصلہ λ طے کرتی ہے۔ پس اگر ایک ثانیہ میں متحرک جسم t بار ہتزاز کرتا ہے تو اُس کی حالت یا شکل وغیرہ میں جو "خلل" پیدا ہو وہ پورے ایک ثانیہ کے ختم پر واسطہ کا فاصلہ λ طے کرے گا۔ اور اسی فاصلہ کو (د) یعنی موج کی رفتار، رسی پر دیکھینگے۔

$$\therefore \lambda = t \lambda$$

یہ تعلق عام ہے۔ موج کی شکل وغیرہ کے تابع نہیں۔
موج کی رفتار = تعدد ارتعاش \times طول موج

موج کی رفتار اور موجی حرکت کے واسطہ کے ذرات کی رفتار۔ اس بات کو ضرور یاد رکھنا چاہئے کہ موج کی رفتار اور موج کے گزرنے سے واسطہ کے ذروں میں جو رفتار پیدا ہوتی ہے، دو علیحدہ چیزیں ہیں۔

چنانچہ اگر موج آب ج رفتار (ر) کے ساتھ آگے کو جا رہی ہے، اس کے راستہ میں کوئی ایک ذرہ مثلاً (۱) جو کسی وسطی موقع سے گزرتا ہوا عرضی ارتعاش کریگا مختلف وقتوں میں اس کی رفتار (ر) مختلف ہوگی۔ عرضی موجوں میں (ر) اور (ر) کی سمتیں ایک

دوسرے پر عمود وار ہوتی ہیں۔ جتنی دیر میں

موج بقدر فاصلہ ب ج آگے کو بڑھتی ہے۔ واسطہ کا

مرتفع ذرہ فاصلہ

آج طے کرتا ہے۔

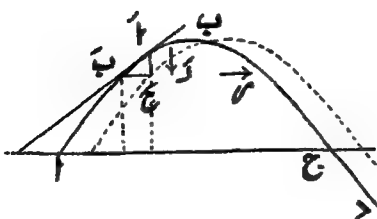
آج (جبکہ ب ج)

یہ فاصلہ بہت

چھوٹے ہوتے

ہیں (منحنی

ب ج کا میل



فصل ۲۱

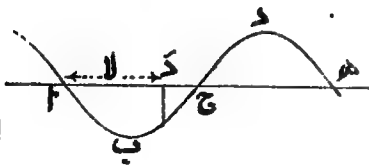
یا ڈھال کہلاتا ہے۔ ذرات واسطہ کی رفتار معلوم کرنے کے لئے

∴ $\frac{\text{واسطہ کے گردش ذرے کی رفتار}}{\text{موج کی رفتار}} = \text{موج کے منحنی کا میل یا ڈھال}$

اس لئے مقام ب پر اس وقت ذرہ کی رفتار صفر ہے اور مقام ا یا ج پر ذروں کی رفتار اعظم ہے۔
سادہ موسیقی موج کی مساوات - پہلے باب میں یہ بتایا گیا تھا کہ ایک سادہ موسیقی حرکت کو مسلسل بڑھنے والے ایک زاویہ کی جیب سے تعبیر دے سکتے ہیں۔ اور اس لئے اس کی مساوات $y = a \sin \omega t$ ط جب $\omega = 2\pi f$ ہے۔
(۱) شکل (۳) کے گردش کرنے والے سمتی کی زاویہی رفتار ہے۔ اگر ایک گردش کی مدت (وقتِ دوران) T ہے تو $f = \frac{1}{T}$ پس سادہ موسیقی حرکت کی مساوات یوں لکھی جاسکتی ہے۔

$$y = a \sin 2\pi f t$$

اس لئے جب کسی واسطہ میں سے ایک سادہ موسیقی موج گزرتی ہے اُسکے ہر ایک ذرہ کی اہتمزازی حرکت کی تصریح کے لئے مندرجہ بالا مساوات سے مدد لی جاسکتی ہے لیکن یہ یاد رہنا چاہئے کہ سب ذروں کی اہتمزازی ہمیشہ ایک نہیں ہیں ورنہ موج



شکل ۲۲

موسیقی موج کا منحنی

میں روانی نہ پائی جاتی۔ درحقیقت ہر ذرہ کی ہئیت میں بمقابلہ اس کے پیچھے کے ذرے کی ہئیت کے کس قدر تاخیر پائی جاتی ہے۔ جوں جوں ان ذروں کا درمیانی فاصلہ بڑھتا جاتا ہے اُن کی ہئیتوں میں یہ تاخیر بھی بڑھتی جاتی ہے۔ شکل (۲۲) پر غور کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ مقام (ب) پر جو ذرہ واقع ہے ہئیت کے اعتبار سے (۲) پر کے ذرے سے ہمیشہ بقدر وقت دوران کے چوتھائی حصہ کے پیچھے ہوتا ہے۔ ج پر کا ذرہ ۲ کے ذرے سے نصف وقت پیچھے ہوتا ہے۔ اسی طرح ج سے آگے کا ذرہ ۲ کے ذرے سے اس سے زیادہ مدت پیچھے ہوگا۔ چنانچہ ھ کے ذرہ کا جب ۲ کے ذرہ سے مقابلہ کیا جاتا ہے تو ھ کی ہئیت میں ایک کامل وقت دوران (۲) کی تاخیر پائی جاتی ہے۔ چونکہ ایک کامل دور کے بعد استرازی حرکت دوہرائی جاتی ہے اس لئے یہ کہا جاتا ہے کہ ھ کا ذرہ ۲ کے ذرے کے ساتھ ہم ہئیت ہے۔ پس ب، ج اور د کے ذروں کی حرکت کے لئے بالترتیب ذیل کی مساواتیں صادق آتی ہیں :-

$$م = ط جب > (\pi - \frac{\pi}{2}) - \frac{\pi}{4}$$

$$م = ط جب > (\pi - \frac{\pi}{2}) اور م = ط جب > (\pi - \frac{\pi}{2}) - \frac{\pi}{4}$$

اور ھ کے ذرے کے لئے،

$$م = ط جب > (\pi - \frac{\pi}{2}) = ط جب > \pi - \frac{\pi}{2}$$

۱ سے ھ تک فاصلہ کامل طول موج (لہ) ہے۔
 نقطہ ۱ کو جہاں ذرّہ ارتعزاز شروع کرنے کو ہے، مبداء
 مان کر اس سے فاصلے ناپو۔ ۲ پر جو ذرّہ واقع ہو اُس کا
 فاصلہ ۱ سے لا فرض کرو۔ اس فاصلہ ۱ کو کامل
 طول موج سے $\frac{\lambda}{r}$ نسبت ہے، اور ۲ اور ۳ کے
 ذرّوں کی ہیئتوں میں $\frac{\lambda}{r} \pi 2$ کی تاخیر ہے۔ اسلئے
 ذرّہ (د) کی حرکت کے لئے یہ مساوات موزوں ہوتی
 ہے :-

$$a = ط جب > (\pi 2 \frac{t}{r} - \pi 2 \frac{\lambda}{r})$$

$$\text{یعنی } a = ط جب > (\pi 2 \frac{t}{r} - \frac{\lambda}{r})$$

اس مساوات سے موج کی پوری کیفیت معلوم
 ہو جاتی ہے۔ اس لئے کہ لا کے عوض کوئی مستقل
 قیمت درج کی جائے تو، مساوات سے، اس مقام پر
 کے ذرّے کی حرکت کا سارا حال معلوم ہو جاتا ہے۔
 یا اگر ت کے بجائے کوئی مستقل قیمت لکھی جائے
 تو اس وقت پوری موج کی کیا شکل ہوگی وہ بھی اس
 مساوات سے معلوم ہو جاتی ہے۔ مثلاً جب $t = صفر$
 تو $a = ط جب > \pi 2 \frac{\lambda}{r}$ ۔ شکل (۲۲) میں جس
 خاص وقت کے لئے موج کی تصویر کھینچی گئی ہے
 معنی کی، یہ اُسی وقت کے لئے، مساوات
 ہے۔

طولی موجیں - ہوا میں آواز کی موجیں بالکل طولی ہوتی

ہیں، اس لئے ان کی شکل

جیب کے منحنی کے ذریعہ

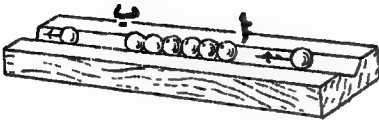
(مثل شکل ۲۲ کے) نہیں

بتائی جاسکتی۔ طولی موجیں

کس طرح پھیلتی ہیں سمجھنے

کے لئے فرض کرو چند گولیاں

ایک سیدھی نالی میں (دیکھو



شکل ۲۲

شکل ۲۳) ایک دوسرے پچکاؤ سے پیدا ہونے والی موج کا اظہار

سے لگی ہوئی پٹری ہیں۔ قطار سے باہر ایک گولی

کو ہٹا کر اگر اس کو قطار کے سرے (۱ کے پاس)

کی گولی سے ٹکرایا جائے تو قطار کے دوسرے سرے

یعنی ب کے پاس کی ایک گولی آگے کو نکل جائیگی۔

وجہ یہ ہے کہ جب ۱ کے پاس کی گولی سے متحرک

گولی ٹکراتی ہے تو اول الذکر تھوڑی دیر کے لئے

ذرا سا پچک جاتی ہے۔ پھر جب وہ اپنی اصلی شکل

پر واپس ہوتی جاتی ہے تو اُس کے بازو میں جو

دوسری گولی واقع ہے اُس میں پچک پیدا ہوتی

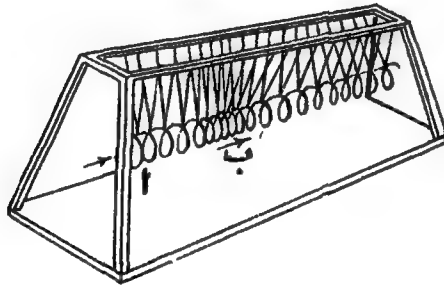
ہے۔ یہی کیفیت قطار کی تمام گولیوں میں یکے بعد

دیگرے منتقل ہوتی ہے۔ سب سے آخر گولی کے

بازو کی گولی جب اپنی اصلی شکل پر واپس ہوتی ہے

تو آخر والی گولی پر دباؤ پڑتا ہے اور چونکہ اس کے دوسرے بازو کوئی سہارا نہیں ہے اس لئے وہ آگے کو نکل جاتی ہے۔ اس طور پر قطار کے ایک سرے سے دوسرے تک پچکاؤ کی ایک موج حرکت کرتی ہے۔ اگر دو گولیاں کو ملا کر ۱ سے ٹکرایا جائے تو ب سے دوہی گولیاں گزریں گی اس لئے کہ قطار پر سے پچکاؤ کی دو موجیں یکے بعد دیگرے، گزریں گی۔

پچکاؤ کی موج کی دوسری مثال شکل (۲۴) کے



شکل ۲۴

طولی موجوں کے سمجھانے کا آلہ

آلہ کی مدد سے مل سکتی ہے۔ لکڑی کا ایک چوکھٹا بنا کر دھاگوں کے ذریعہ اس میں ایک ایسی کمانی افقی وضع میں آویزاں کی جاتی ہے۔ کمانی کے سرے (۱) کو یکایک آگے ڈھکیلنے سے

یہ سہل پچک جاتا ہے۔ پھر جب وہ اپنی اصلی شکل اور وضع میں آنے لگتا ہے تو اُس کے آگے کا کمانی کا کچھ حصہ، اُس کے دباؤ سے پچکتا ہے۔ اسی طرح اس کے آگے کے دوسرے حصوں پر باری باری سے یہ حالتیں طاری ہوتی ہیں۔ اگر کمانی بہت ہلکی اور ساتھ ہی بہت مضبوط ہے تو اُس پر سے پچکاؤ کی موج نہایت سرعت سے گزریگی اور اس لئے اچھی طرح نظر نہ آسکیگی۔ لیکن اگر باریک لوہے کے تار سے کمانی بنا کر، اُس کے نیچے، ایک سرے سے دوسرے سرے تک سیسے کے چھوٹے چھوٹے ہموزن ٹکڑے، کس کر، باندھ دئے جائیں، تاکہ کمانی کا وزن بڑھ جائے (اور لچک میں زیادتی نہ ہونے پائے) تو پچکاؤ کی موج کی رفتار دہی ہو جائیگی اور موج تار پر سے گزرتی ہوئی بخوبی دکھائی دیگی۔



شکل ۲۵

پچکاؤ (یا تکثیف) کی موج

اس تجربہ سے ہم اندازہ لگا سکتے ہیں کہ ہوا میں پچکاؤ (یا تکثیف) کی موج کیسی ہوتی ہے۔ فرض کرو شکل (۲۵) میں ا ب ج د وغیرہ سے مراد مستوی سطحیں ہیں جو ہوا میں، ہموار دباؤ کی حالت

میں، مساوی فاصلوں پر واقع ہیں۔ اگر ۲ کو یکا یک سیدھے جانب منتقل کیا جائے تو ۲ اور ب کے قریب کی ہوا میں بچکاؤ یا تکثیف پیدا ہوتی ہے۔ جب یہ ہوا اپنی اصلی حالت کی طرف واپس ہوتی ہے تو ۱ اپنے سامنے والی ہوا کو دبا کر بچکاتی ہے یعنی تکثیف تر کرتی ہے۔ اس طرح یہ کیفیت ہوا کے ایک حصہ سے دوسرے حصہ میں منتقل ہوتی ہے۔ متذکرہ بالا شکل میں جو صفیں ایک کے نیچے ایک بنائی گئی ہیں، ان میں اس موج کے ترتیب وار مرحلے بتائے گئے ہیں، جبکہ وہ بائیں جانب سے سیدھے جانب گزرتی ہے۔

اس کے برعکس اگر ۲



شکل ۲۶

بائیں جانب یکا یک (باہر کی طرف) کھینچا جاتا، دباؤ میں کمی پیدا ہوتی اور پہلے کی طرح (جیسا شکل ۲۶ میں بتایا گیا ہے) حالت تلطیف (ف) قطار پر

تلطیف سے موج کا پیدا ہونا

سے گزرتی۔

اب فرض کرو ۲ سر کے دو شاخے کی ایک شاخ ہے جب وہ سیدھے جانب حرکت کرتی ہے ہوا میں تکثیف کی حالت پیدا ہوتی، اور آگے کو روانہ ہوتی ہے۔

جب شاخ بائیں جانب حرکت کرتی ہے، تلطیف

کی حالت پیدا ہوتی ہے۔

یہ دونوں حالتیں ایک کے

بعد ایک سفر کرتی ہیں۔

دو شاخہ کی ارتعاشوں کیساتھ

تکثیفیت اور تطہیف کی حالتیں

باری باری سے مسلسل آگے

بڑھتی جاتی ہیں۔

شکل ۲۷

طولی موجیں

ان تمام صورتوں میں ہوا کے ذرات کی حرکت

اُسی نست میں ہے جس میں سوج سفر کرتی ہے

پس یہ سوجھیں بلو لی ہوگی۔

آگے دو شاخہ کی ارتعاشی حرکت بہت آہستہ ہو تو

کوئی موج نہ ہے، اس لئے کہ ایسی صورت میں

جوں جوں دو شاخہ حرکت کرتا ہوا محض اُس کے گرد

یہ جاتی۔ ہوا میں تکلیف پیدا ہونے کے لئے دو شاخہ

کی حرکت کافی تیز ہونی چاہئے ورنہ موج نہ بن سکیں گی

یہ عمل باروت کے عمل کے مشابہ ہے۔ جب ۵۰

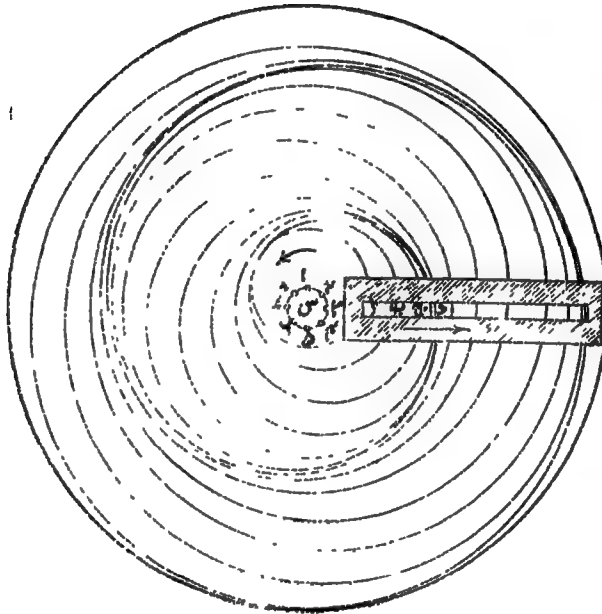
آہستہ آہستہ جلتی ہوئی ہے تو اس سے جو لیسین

بیدار چھوٹی ہیں، آہستہ آہستہ، باہر کی طرف پھیل سکتی

ہیں، اس لئے دھماکا نہیں ہونے پاتا۔ اگر باروت

فوراَ جل جائے جو لیسین بنتی ہیں اُن کے پھیل جانے

کے لئے کافی وقت میسر نہیں ہوتا ہے اس لئے وہ اپنے اطراف کی ہوا کو یکایک شدت سے دباتی ہیں، جس سے پچکاؤ یا تکثیف کی موج پیدا ہوتی ہے اور سننے والوں تک دھماکے کی آواز سنائی دیتی ہے۔



فصل ۲۸ کروڑا کا قرص

کروڑا کے قرص کے ذریعہ، ہوا کی حرکت کی، جبکہ اس میں سے موسیقی موج گزرتی ہے، بخوبی قوی ہوتی ہے۔ پہلے ایک چھوٹا دائرہ (دیکھو فصل ۲۸) کھینچ لیا جائے۔

اس کے محیط پر، مساوی فاصلہ سے، متعدد نقطے ۱، ۲، ۳، وغیرہ کو اور ان کو باری باری سے مرکز مان کر اس ترتیب سے دائرے کھینچو کہ پہلے سے دوسرا دائرہ ذرا بڑا ہو، دوسرے سے تیسرا اتنا ہی بڑا ہو جتنا پہلے سے دوسرا، ایسا ہی چوتھے پانچویں وغیرہ دائرے بناؤ۔ پٹھے یا فلز کی ایک پٹی لیکر اس میں ایک کسیدر کشادہ درز بمثل متطیل بناؤ۔ جب پٹی ان دائروں پر آڑی رکھی جائیگی درز میں سے دائروں کے چھوٹے چھوٹے حصے ۱ ب ج وغیرہ دکھائی دیں گے۔ قوس کو اس کے مرکز سے کے گرد پھرانے سے ان دائروں کا ہر ایک چھوٹا حصہ ۲ ب ج وغیرہ درز میں ایک جانب سے دوسرے جانب بقدر دائرہ ۱، ۲، ۳ وغیرہ کے قطر کے لمبائی کے حرکت کرتا ہوا نظر آئیگا۔ یعنی ان کا محیط ارتعاش دائرہ ۳۲۱ وغیرہ کے قطر کا طول ہوگا۔ اس طور پر تکثیف اور تلطیف کی موجیں، یکے بعد دیگرے، درز میں سے گزرتی ہوئی دکھائی دیں گی۔ طولی موج کا جیب کے منحنی کے ذریعہ اظہار۔ چونکہ طولی موج جب کسی واسطہ میں سے گزرتی ہے تو واسطہ کے ذرے اُسی سمت میں حرکت کرتے ہیں جس میں موج بھرتی ہے، اس لئے جو ذرے ابتداءً موج کے بہاؤ کے خطِ مستقیم پر واقع ہوتے ہیں ہمیشہ اُسی

اگر نقل مکان سیدھے جانب ہو تو نقطہ کی ابتدائی وضع سے مساوی فاصلہ قطار کے اوپر کی طرف لیا جائے اور اگر بائیں جانب ہو تو اتنا ہی فاصلہ قطار کے نیچے کی طرف۔ اس طور پر ب ب کو ب ب کے مساوی کھینچو، ج ج کو ج ج کے اور و و کو و و کے۔ جب سب نقطوں کے ساتھ یہ عمل کیا جائیگا تو معنی ۱ ب ج ج ہ و و بن جائیگا جس کے معنیوں سے ذروں کے انتقال مکان کا پتہ چلیگا۔ ایسے معنی کو نقل مکان کا معنی کہتے ہیں۔ ذروں کے انتقال مکان کا تفسیر (شکل ۲۱ کی طرح) ایسے معنی کو موج کی رفتار کے ساتھ آگے کو متحرک کرنے سے دریافت ہو جائیگا۔

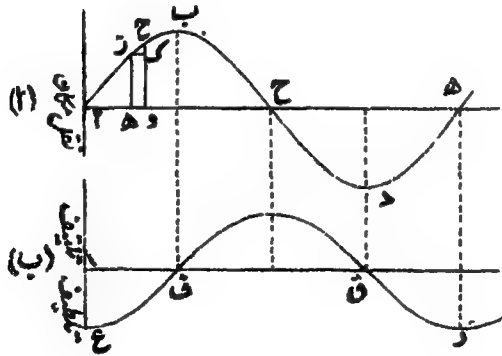
عام طور پر ہوا کی موج میں نقل مکان بہت خفیف ہوتی ہے۔ اس لئے اگر حقیقی بیانیہ پر معنی کھینچا جائے تو اس میں نشیب و فراز نہایت قلیل نظر آئیگا۔ لیکن کوئی وجہ نہیں کہ امتیاز کی غرض سے نقل مکان کو مناسب معینوں کے ذریعہ نہ بتایا جائے۔

چنانچہ معنی ۱ ب ج ج ہ و و میں ہر ایک معین اوپر والے معنی، یعنی ۲ ب ج ج ہ و و کے جوابی معین کا دو چند بنایا گیا ہے۔

بچکاؤ یا تکثیف کا معنی۔ شکل ۲۹ کے ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ ل تکثیف کا نقطہ ہے، کیونکہ اس کے

سامنے اور پیچھے کی ہوا اُسی کی طرف منتقل ہوتی ہے۔ اس لئے اس مقام پر ہوا کی کثافت اوسط سے زیادہ ہے۔ اسی طرح ۲ اور ۴ تلطیف کے نقطے ہیں اس لئے کہ یہاں ہوا کے ذروں کی مفارقت بہ نسبت اور مقاموں کے زیادہ ہے۔

ان امور کے لحاظ سے اب ایک ایسا منحنی کھینچا جاسکتا ہے جس سے موج کے ہر مقام کی تکثیف اور تلطیف کا اندازہ ہو۔ اب ج وہ (شکل ۳۰ الف) کو کسی مفروض موج کی نقل مکان کا منحنی تصور کرو۔ ہ اور و دو قریب کے نقطے ہیں ان کی نقل مکان



شکل (۳۰)

طولی موج کے لئے تکثیف و تلطیف کا منحنی

بالترتیب ۱، ۲ اور ۳ آج ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰

تراش عمودی کے اسطوانے کا محور ہے۔ جب ذرات نقل مکان نہیں کرتے ہیں اس اسطوانہ کے اندر کی ہوا کی حالت اس کے باہر کی ہوا کی سی ہوتی ہے پس محور پر عمود وار اور کھ اور و میں سے گزرنے والی دو مستوی سطحوں کی درمیانی ہوا کا حجم $h \cdot d$ ہوگا۔ اگر نقل مکان ہو کر موج شکل (۳۰) الف کی وضع اختیار کرے، مستوی جس میں h واقع ہے (مفروضہ پیمانہ پر) بقدر فاصلہ $h \cdot d$ آگے کو ہٹ جائیگی، اور و سے گزرنے والی مستوی اسی جانب بقدر فاصلہ $d \cdot x$ ہٹے گی۔ اگر نقل مکان کے یہ دونوں فاصلے مساوی ہوتے تو اب بھی اُس ہوا کا حجم $h \cdot d$ ہوتا۔ مگر چونکہ یہ غیر مساوی ہیں اس لئے حجم میں تفاوت بقدر $d \cdot x$ ۔ $h \cdot d$ (حسب پیمانہ مفروضہ) واقع ہوتا ہے۔ اس لئے تکثیف یا تلطیف کی مقدار، یعنی اُس کا جچی فساد یا بگاڑ (ملاحظہ ہو پہلے حصہ کا بارہواں باب) $\frac{d \cdot x}{h}$ کے برابر ہے۔ جب h اور و ایک دوسرے کے بالکل متصل ہوتے ہیں کسر $\frac{d \cdot x}{h}$ منحنی کا میل ہوتی ہے لہذا نقل مکان کے منحنی کے کسی مقام کی تکثیف یا تلطیف کی مقدار (یعنی جچی فساد) کا اندازہ منحنی کے اُس مقام کے میل سے معلوم ہو سکتا ہے۔

شکل (۲۹) سے اگر مقابلہ کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ جب منحنی کا میل ایک جانب ہوتا ہے تو اس سے ہوا میں تکثیف پائی جاتی ہے اور جب دوسری جانب ہوتا ہے تو تلطیف - جہاں نقل مکان کے منحنی کی وضع افقی ہوتی ہے وہاں نہ تکثیف پائی جاتی ہے نہ تلطیف، دباؤ طبعی رہتا ہے۔ شکل (۳۰) ب میں منحنی اب ج ۱ ھ کا میل صحیح پیمانے پر کھینچا گیا ہے۔ ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ ص کے پاس تکثیف اعظم ہے اور ع اور د کے پاس تلطیف اعظم ہے۔

(زاید مضمون منجانب مترجم عرضی موج کیلئے اکثر پانی کی سطحی موج کی مثال دی جاتی ہے۔ طالب علم اگر ذرا غور سے ملاحظہ کرے تو پانی کی سطح پر چلنے والی موجیں دو قسم کی محسوس ہونگی۔ ایک قسم کی موج جس کو عام اصطلاح میں لہر کہتے ہیں خفیف ہوا کے چلنے سے پانی کی سطح پر پیدا ہوتی ہے اور سطح کے ایک کنارے سے شروع ہو کر دوسرے کنارے تک پھیلتی ہوئی چلی جاتی ہے۔ انگریزی میں اس کو کپلری یعنی شعری موج کہتے ہیں۔ ایسی موج کا طول موج اور حیطہ ارتعاش چھوٹا ہوتا ہے۔ ذروں کی حرکت بھی سادہ موسیقی ہوتی ہے چنانچہ موج کے منحنی

کی شکل جیسی منحنی کی شکل سے مشابہ دکھائی دیتی ہے۔
شعری موج زیادہ تر پانی کے سطحی تناؤ کی وجہ سے
پیدا ہوتی ہے۔ جاذبہ ارض کا اس پر اثر نہایت
قلیل بلکہ صفر ہوتا ہے۔

دوسری قسم کی موج جو سمندر یا بڑے جھیل کی
سطح پر دکھائی دیتی ہے نہ صرف بڑے پیمانہ پر ہوتی
ہے بلکہ شکل میں بھی کسی قدر جداگانہ ہوتی ہے۔
جب ہوا تیز چلتی ہو طالب علم اگر سمندر کے کنارے
یا کسی بڑے تالاب کے کٹے پر کھڑا ہو کر ان موجوں
پر غور کرے تو معلوم ہوگا کہ آج کا حصہ بہتابلہ
خفیف کے وسعت میں بہت چھوٹا ہوتا ہے۔ اگر
کافی توجہ کے ساتھ ذرا دیر تک نظر ڈالے تو یہ بھی
معلوم ہوگا کہ پانی کے ذروں کی حرکت محض ایک
انتصابی خط میں، یعنی پانی کی سطح پر عمود وار، نہیں
ہے، بلکہ افقی خط میں بھی، موج کی روانی کی سمت
میں، دوری حرکت عمل میں آتی ہے۔ یہ دونوں
یعنی عمودی اور افقی حرکتیں، قریب قریب سادہ موسیقی
ہوتی ہیں۔ معمولی عمق کے پانی میں افقی ارتعاش کا
حیطہ بہ نسبت عمودی ارتعاش کے حیطہ کے بڑا ہوتا
ہے۔ پہلے سمندر میں کنارے سے بہت دور، جہاں
عمق کافی ہے، عمودی اور افقی ارتعاشوں کے حیطے

مساوی ہوتے ہیں اور اس اندازہ پر کہ ہر ایک ذرہ جو موج کے راستہ میں واقع ہوتا ہے، باری باری سے مساوی قطر کے، دائروں میں حرکت کرتا ہے۔ ذروں کی ہیئتیں مختلف ہوتی ہیں۔ موج کے راستہ میں، دو قریب ترین، ہم ہیئت ذروں کے بیچ میں جو فاصلہ ہوتا ہے طول موج ہے۔ ذروں کی اس حرکت سے پانی کی سطح جو شکل اختیار کرتی ہے خطِ تدویر یعنی سائکلاڈ کی ایک قسم ہوتی ہے جس کو ٹروکائڈ کہتے ہیں۔

پانی کی موجوں پر شرح و بسط کے ساتھ بغیر اعلیٰ ریاضی کی مدد کے بحث کرنا مشکل ہے۔ یہاں صرف چند ضروری باتیں ان موجوں کی رفتار اور ان کی خصوصیات سے متعلق بیان کی جائیگی۔ اور بعض اہم ضابطے، جن کے سمجھانے کے لئے دقیق ریاضی کے اصول کی ضرورت نہ ہوگی، ثابت کئے جائیں گے۔

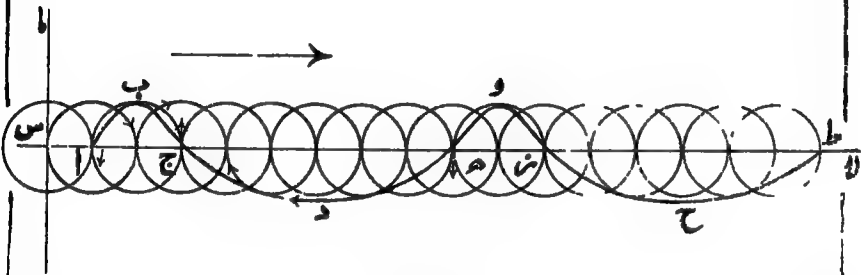
تقریباًًً اچھ سے چھوٹے طول موج کی موجیں شعری ہوتی ہیں۔ ان سے بڑے طول کی، جاذبہ ارضی اکثر لوگوں کو موجوں کی بلندی کے متعلق دھوکا ہوتا ہے۔ طوفانی موسم میں سمندر کا سفر کرنے والوں کو سو فٹ سے زیادہ بلند موجوں پر سے گزرنے کا شبہ ہوتا ہے۔ درحقیقت ۴۰ فٹ سے اونچی موج

شاذ و نادر چیز ہے۔ اکثر ۳۰ فٹ سے کم اونچی ہوتی ہیں۔ ۱۴ سے ۲۰ فٹ تک اونچی موجیں سمندر کے سفر میں عموماً نظر آتی ہیں۔ اگرچہ ان موجوں کی بلندی ۴۰ فٹ سے کم ہوتی ہے طول موج بہت ہوتا ہے۔ چیلنجر جہاز کے سفر میں جو علمی تحقیقات کی غرض سے بعض ماہران سائنس کے زیر اہتمام انجام پایا تھا ۴۲۰ فٹ سے ۴۸۰ فٹ لمبی موجیں دکھائی دیں۔ ان کی بلندی ۱۸ سے ۲۰ فٹ تک تھی اور حساب کرنے سے ظاہر ہوتا ہے کہ اُن کی رفتار ۵۰ فٹ فی ثانیہ تھی۔ بحر الٹنٹک میں طوفانی موجیں اکثر ۵۰۰ سے ۶۰۰ فٹ تک لمبی ہوتی ہیں۔ فرانسیسی بحریہ فوج کے افسروں کو نصف میل طول کی موجیں دیکھنے کا اتفاق ہوا ہے۔

اب ہم آسان ریاضی کے ذریعہ پانی کی موجوں کی رفتار وغیرہ کے متعلق ضروری ضابطے ثابت کرتے ہیں۔ چونکہ موجی حرکت باقاعدہ ہوتی ہے اس لئے واضح ہے کہ نہ صرف پانی کی سطح کے ذرے دائروں میں حرکت کرتے ہیں بلکہ سطح کے نیچے کے ذرے بھی دائروں میں ترتیب وار پابندی کے ساتھ اسی طرح کی حرکت انجام دیتے ہیں۔ البتہ یہ ضرور ہے کہ جوں جوں عمق بڑھتا جائیگا حیث ارتعاش اور اس لئے دائروں

نقطہ چھوٹا ہوتا جائیگا ورنہ عمیق سمندروں کی موجوں کی توانائی بعید الفہم ہوگی۔ مہذبہ غواصوں کے تجربہ سے بھی صاف ظاہر ہوتا ہے کہ حیطہ ارتعاش تھوڑے ہی عمق کے بعد ناقابل لحاظ ہو جاتا ہے۔

شکل (ا) میں پانی کے ذروں کی ایک قطار مساوی فاصلوں پر بتائی گئی ہے۔ ان کے گرد دائرے کھینچے گئے ہیں۔ سہولت کی غرض سے، دائروں کے نصف



شکل (ا)

قطار ذروں کے درمیانی فاصلوں کے مساوی بنائے گئے۔ ہر ایک ذرہ اپنے اپنے دائرے کے محیط پر بیجاں اور مساوی رفتار کے ساتھ متحرک فرض کیا جاتا ہے۔ مبداء (س) سے کسی ذرہ کا فاصلہ جتنا دور (سیدھے جانب کو) ہوگا اتنی ہی اُس ذرہ کی ہئیت ارتعاش میں تاخیر ہوگی۔ اُس خاص وقت کے لئے جبکہ مرکز (س) والا ذرہ سیدھے جانب اپنے موقع سکون

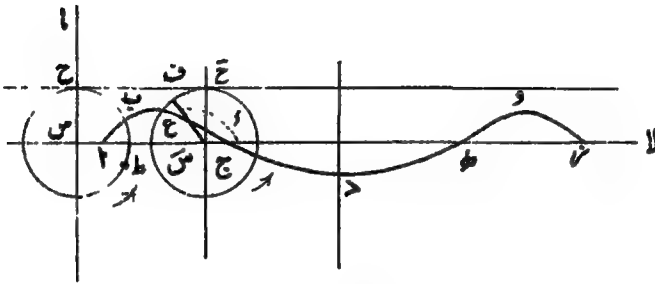
سے بعید ترین مقام پر منتقل ہوگا ان سب ذروں کو اگر ایک مناسب خط کھینچ کر ملایا جائے تو معنی اب ج دھ دز ط حاصل ہوگا۔ عمیق پانی کی موج بھی اسی کے مشابہ ہوتی ہے۔ ب، د موج کے فراز یا آوج کے مقام ہیں اور د، ح اس کے نشیب یا حقیض کے مقام۔ طول موج اھ یا ب و ہے۔ چونکہ اس قدر فاصلہ حائل ہونے سے دو ذروں کی ہتھیتوں میں ۳۲ کا تفادت واقع ہوتا ہے۔ جس ذرے کی ہتھیت مبداء کے ذرے کے لحاظ سے (د) پیچھے ہو وضع سکون میں اس کا فاصلہ مبداء سے $\frac{1}{32}$ ہوگا جہاں لہ سے مراد طول موج اھ ہے۔ پس جب موج روان ہو اس کے کسی بھی ذرے کے محدود لا اور ہا کی مساویوں حسب ذیل ہونگی:-

$$\text{لا} = \frac{1}{32} + \text{ب.جم} > \text{اور} \text{ما} = \text{ب.ج} >$$

جن میں ب یا سے مراد حیض ارتعاش یا دائروں کا نصف قطر ہے۔ کسی خاص موج کے لئے واضح ہے کہ لہ اور اس لئے $\frac{1}{32}$ مستقل ہے۔

اب ان مساواتوں کا مقابلہ ٹرو کا ٹیڈ کمی مساواتوں کے ساتھ کیا جائے۔ فرض کرو (شکل ۲) ایک خط مستقیم ح ح کو چھوتا ہوا ایک دائرہ یکساں رفتار کیساتھ

سیدھے جانب (بغیر پھسلنے کے) لڑھکتا جاتا ہے۔ دائرے کے اندر ایک خاص اور غیر متبادل مقام پر ایک نقطہ



شکل (۲)

فرض کرو۔ دائرے کی حرکت سے اس نقطہ کا جو مسیر ہوتا ہے اسی کو ٹرو کا یڈ کہتے ہیں۔ س کو مبداء مانو اور فرض کرو جب دائرے کا مرکز س پر واقع تھا نقطہ مذکور کا مقام ۱ تھا۔ جب دائرہ لڑھکتا ہوا ایک دوسری وضع ح س اختیار کرتا ہے تو اس کی گردش کا زاویہ ج س ع یا ج س ن ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ خط ح ح محیط دائرہ کے حصہ ح ط کے مساوی بنایا گیا ہے پس (س ۱) کی وضع اب (س ع) ہو گئی۔ اور مسیر کا حصہ اب ع ط ہوا۔ اگر ج س ع کو (۱) کہیں اور دائرے کے نصف قطر کو ۱ اور فاصلہ س ۱ یا س ع کو (ب) تو

$$لا = ۱ + ب \text{ حجم } ج اور ما = ب \text{ جب } ج$$

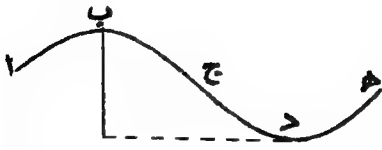
یہ مساواتیں شکل (۱۱) کی مساواتوں سے بالکل مشابہ ہیں۔ اگر بجائے ۲ کے $\frac{1}{2}$ لکھا جائے تو دونوں ایک ہو جاتی ہیں۔ پس واضح ہے کہ عمیق پانی کی موجوں کی شکل ٹروکائڈ کی سی ہوتی ہے۔ اگر نہ کے مقابلہ میں ب کی مقدار بہت چھوٹی ہو تو ب جم λ کو ناقابل لحاظ تصور کر کے $\lambda = \frac{1}{2}$ لکھ سکتے ہیں۔ پس $r = \frac{\pi}{2} \lambda$

$$\therefore \lambda = 2 \text{ جب } r = \frac{\pi}{2}$$

یعنی سادہ موسیقی حرکت کے منحنی کی مساوات بن جاتی ہے۔ بالفاظ دیگر جب طول موج کی یہ نسبت حیثہ ارتعاش بہت چھوٹا ہوتا ہے تو موج کا منحنی سادہ موسیقی حرکت کے منحنی یعنی جیب کے منحنی کے مشابہ ہو جاتا ہے۔

گہرے پانی میں جاذبہ ارض کے باعث پیدا ہونیوالی موجوں کی رفتار

شکل (۱۲) میں اب ج دھ سے ایک ایسی موج مفہوم ہے۔ گو شکل سہولت کے لئے



شکل (۱۲)

جیسی منحنی کی سی بنائی گئی ہے نفس معاملہ پر اس کا اثر

کچھ نہیں۔ یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ موج سے پہلے پانی کی سطح اُجھ تھی۔ مقام ب کے ذرے موج کی روانی کی سمت میں حرکت کر رہے ہیں۔ اور د کے ذرے اس کے مقابل سمت میں اسی رفتار کے ساتھ متحرک ہیں۔ فرض کرو موج کی رفتار (د) ہے اور ہم نے سارے پانی کو (د) رفتار، یعنی اتنی ہی رفتار مخالف سمت میں، دیگر موجوں کو قائم کر دیا۔ اب جہاں اوج ہونگے وہاں ہمیشہ اوج ہی کی حالت رہیگی اور جہاں حوض ہونگے وہاں ہمیشہ حوض ہی کی حالت۔ صرف پانی سید ہے جانب سے بائیں جانب کو بہا چلا جائیگا۔ اگر سطح کے ذروں کے دائروں کا نصف قطر ۲ ہو اور موج کا وقت دوران (د) تو مقام (ب) کے ذروں کی رفتار = $\frac{1}{2} \pi \frac{2}{d}$ ۔ اور مقام (د) کے ذروں کی رفتار = $\frac{1}{2} \pi \frac{2}{d}$ ۔ دیکھو اکائی کمیت والے حجم کا پانی جب مقام (د) پر ہوتا ہے اس کی توانائی بالحکرت = $\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \pi \frac{2}{d} + d \right)$ اور جب وہ مقام (ب) پر پہنچ جاتا ہے تو اس کی توانائی بالحکرت = $\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \pi \frac{2}{d} - d \right)$ سے ب تک جانے میں اس پانی کی توانائی بالحکرت بقدر $\frac{1}{2} \pi \frac{2}{d}$ گھٹ جاتی ہے لیکن اس کی توانائی بالقوۃ بقدر $\frac{1}{2} \pi \frac{2}{d}$ بڑھ جاتی ہے (ج سے مراد جاذبۃ ارض اور ۲۲ سے مراد ب اور د

کے ارتقاعوں کا تفاوت ہے۔) پس توانائی کے بقاء کے کلیہ سے

$$\frac{2\pi^2}{\pi^2} = \frac{2\pi^2}{\pi^2} \text{ یا } 2 = 2$$

$$\text{لیکن } r = \frac{1}{\omega} \therefore \frac{1}{\omega} = \frac{1}{\pi^2}$$

سطحی تناؤ کے باعث پیدا ہونے والی موجوں کی رفتار۔ طالب علم نے باسیویں باب میں دیکھ لیا ہے کہ مائع کے سطحی تناؤ کی وجہ سے سطح پر دباؤ پیدا ہوتا ہے۔ اس دباؤ کی مقدار $\frac{1}{2} \rho g r$ ہے جس میں ρ سطحی تناؤ کے لئے اور γ سطح کے انحنا کے نصف قطر کے لئے لکھا گیا ہے۔ سطحی تناؤ کی موجیں چھوٹی ہوتی ہیں

(شعری موجیں)۔ ان کی

شکل جیومیٹریکی منحنی کی سی

ہوتی ہے۔ پس نقطہ s کو

مبدأ مان کر (شکل ۴) ماک

قیمت λ کی رسم میں

$$\lambda = 2 \text{ جب } \frac{2\pi^2}{\pi^2} > \lambda$$

لکھی جاسکتی ہے۔ فرض کرو s ب ج d (شکل ۴) شعری

موج کی شکل ہے۔ s ج h مائع کی ابتدائی سطح تھی۔

سطح کے کسی ذرے (ج) کی بلندی اب E ہے۔

اس بلندی کو (ف) قرار دو۔ اس کاغذ کی سطح مستوی

جس پر یہ شکل کھینچی گئی ہے موجی سطح پر عمود وار تصور کی جاتی ہے۔ پس موج کی سطح کاغذ کی سطح پر سیدھی واقع ہوگی۔ اگر موج کا حیطہ ارتعاش ذرا سا بڑھ جائے تو نقطہ (ع) اوپر کی طرف خفیف سا فاصلہ (بقدر فہ) چڑھ جائیگا۔ اس لئے نقطہ ح کے پاس مانع کی سطح کا ایک چھوٹا جزو، جس کا رقبہ (جہ) فرض کیا جاتا ہے قوت جھٹ کے مقابلہ میں اوپر کی طرف فاصلہ (فہ) طے کریگا۔ یعنی سطح کے اس طح پر پھیلنے سے جھٹ کام انجام پائیگا۔ اگر فضاء کے اس مزید حصہ (جہ فہ) کو بھرنے کے لئے یہ تصور کیا جائے کہ سطح س ج ھ سے مانع اٹھایا گیا ہے تو قوت جاذبہ ارض کے مقابلہ میں (جہ فہ نہ ج ف) کام عمل میں آیا۔ پس دونوں کاموں کو ملا کر یہ کہا جاسکتا ہے کہ توانائی بالقوۃ میں بہت جہ فہ (ج نہ ف + جٹ) کے ترقی ہوئی۔

احصاء تفرقات پڑھتے وقت طالب علم نے معلوم کیا ہوگا کہ کسی معنی کے انخا کا نصف قطر (ط) ذیل کی مساوات سے شمار ہوتا ہے:-

$$\frac{\frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{f}{v} \right)^2 + 1 \right\}}{\frac{f}{v}} = \text{ط}$$

چونکہ موج کے انحناء کی تعیین میں (فریقا) ۲ عددوں کی بہ نسبت بہت قلیل اور ناقابل لحاظ تصور کیا جاسکتا ہے۔ اس لئے

$$\text{ط} = \frac{1}{\frac{\text{فریقا}}{2\pi\lambda}}$$

$$\text{یعنی } \frac{1}{\text{ط}} = \frac{\text{فریقا}}{2\pi\lambda} = \frac{2\pi\lambda}{\text{فریقا}}$$

پس توانائی بالقوہ میں زیادتی بقدر

$$\text{جہ فہ} \left(\frac{2\pi\lambda}{\text{فریقا}} + \text{ف} \right) \text{ یا}$$

نہ (ج + $\frac{2\pi\lambda}{\text{فریقا}}$) جہ فہ واقع ہوتی ہے۔

آج میں جتنا اضافہ ہوگا حقیض میں بھی اتنی ہی زیادتی ہوگی۔

پس سطحی تناؤ کی وجہ سے موج پر گویا جاذبہ ارض کے اثر میں $\frac{2\pi\lambda}{\text{فریقا}}$ کا اضافہ ہوتا ہے۔ چونکہ صرف قوت جاذبہ ارض کے اثر سے جب موج بنتی ہے تو

$$\frac{\text{ج}}{\pi\lambda} = \text{ر}$$

اس لئے قوت جاذبہ ارض اور سطحی تناؤ کے مشترکہ

عمل سے جو موجیں بنتی ہیں اُن کی رفتار اس مساوات سے ملتی ہے:-

$$r = \left(\frac{2\pi v}{\lambda} + c \right) \frac{\lambda}{2\pi}$$

$$\text{یعنی } r = \frac{c\lambda}{2\pi} + \frac{2\pi v}{\lambda}$$

اس مساوات سے ظاہر ہوتا ہے کہ جاذبہ ارض سے جو موج بنتی ہے اُس کی رفتار طول موج کے بڑھنے سے بڑھتی اور گھٹنے سے گھٹتی ہے۔ اس کے برعکس شعری موج (جو مائع کے سطحی تناؤ سے پیدا ہوتی ہے) طول موج کے گھٹنے سے بڑھتی اور بڑھنے سے گھٹتی ہے۔ چونکہ r کی قیمت جس جملہ سے شمار ہوتی ہے دو رقموں پر مشتمل ہے اور ان دونوں کا حاصل ضرب $\frac{c\lambda}{2\pi}$ ہے یعنی طول موج λ کے غیر تابع اور اسلئے مستقل ہے لہذا r کی قیمت اُس وقت اقل ہوتی ہے جبکہ یہ دونوں رقمیں آپس میں مساوی ہوتی ہیں۔

$$\text{یعنی } \frac{c\lambda}{2\pi} = \frac{2\pi v}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{2\pi v}{c}$$

چونکہ پانی کی کثافت تقریباً ۱ ہوتی ہے اسلئے اقل $\lambda = \frac{2\pi}{c}$ [سج] ت اور c کی طبعی قیمتیں مصرحہ بالا مساوات میں

درج کرنے سے :-

لہ کی اقل قیمت ۷۵ سنتی میٹر اور موج کی اقل رفتار ۲۳ سنتی میٹر فی ثانیہ برآمد ہوتی ہے۔ اس اقل طول سے چھوٹے طول کی موجوں کو شعری کہتے ہیں اس لئے کہ ان کی پیدائش میں زیادہ تر سطحی تناؤ ہی کو دخل ہے۔

موج کے حیض ارتعاش آ اور پانی کے عمق ق میں تعلق - طالب علم کی اطلاع کے لئے آ اور ق میں جو تعلق ہوتا ہے اس کو ہم اس ضابطہ کے ذریعہ ظاہر کرتے ہیں :-

$$\frac{C}{\lambda} = \frac{v}{\lambda}$$

$$C = \lambda v$$

جس میں آ سے مراد ق عمق کے پانی کے ذروں کا حیض ارتعاز اور ۲ سے مراد سطح پر کے پانی کے ذروں کا حیض ہے۔ لہ طول موج اور ۴ نیپیر والے لوکارتم

کا اساس یعنی سلسلہ $1 + \frac{1}{16} + \frac{1}{64} + \frac{1}{256} + \dots$ ہے

اس ضابطہ کا ثبوت معمولی ریاضی کی مدد سے آسان ہے۔ لیکن طوالت کے خوف سے ہم نے اس کو یہاں لکھنا مناسب نہ سمجھا۔

موج کے سلسلہ کی توانائی - یہ دو قسم کی ہوتی ہے

ایک بالحرکت دوسری بالقوہ - توانائی بالقوہ کے دو جزو ہونگے - ایک بوجہ قوت جاذبہ ارض دوسرا مائع کے سطحی تناؤ کی وجہ سے -

توانائی بالقوہ بوجہ جاذبہ ارض = $\frac{1}{2} \rho g h$ ج نہ لہ ۲
[۲ سے مراد سطح کے پانی کے ذرے کا حیطہ ارتعاش ہے]

توانائی بالقوہ بوجہ سطحی تناؤ = $\frac{1}{2} \rho \lambda^2 \left(\frac{\pi^2}{\lambda} \right)$ لہ ۲

پس پوری توانائی بالقوہ = $\frac{1}{2} \rho \lambda^2 \left\{ \left(\frac{\pi^2}{\lambda} \right)^2 + g h \right\}$ ج نہ + ت (۲)
موج کے سلسلہ کی توانائی بالحرکت کا شمار اس طرح ہو سکتا ہے کہ کسی ایک بہاؤ کی نلی کے سارے ذروں کی دائری حرکت کا لحاظ کر کے توانائی بالحرکت معلوم کی جائے - یہی عمل پانی کی سطح سے لیکر سب سے نیچے کی بہاؤ کی نلی کے ذروں کے ساتھ (جن کا دائروہ حرکت صفر ہوگا) کیا جائے - ان سب کو جمع کر لینے سے سالم توانائی بالحرکت معلوم ہو جائیگی - اور اُس کی قیمت توانائی بالقوہ کے مساوی ہوگی پس پانی پر سے جب کسی موج کا سلسلہ گزرتا ہے تو اُس کی نصف توانائی بالحرکت ہوتی ہے اور نصف بالقوہ -
موج کی رفتار اور موجوں کے مجموعہ کی رفتار -

جب کئی موجیں جن کے طول میں خفیف فرق ہو کسی مائع پر سے ایک ہی سمت میں گزرتی ہیں تو اُن کی رفتاروں میں بھی خفیف فرق محسوس ہونے لگے۔ اس وجہ سے ان موجوں میں تداخل ہو کر ایک نئی شکل پیدا ہوگی کہیں نقل مکان کم ہوگا کہیں زیادہ۔ اگر اس نئی شکل کے کسی خاص مقام پر نظر جمائی جائے تو معلوم ہوگا کہ وہ بھی آگے کو حرکت کرتا ہے لیکن اُس کی رفتار اُن خالص موجوں کی رفتاروں سے جداگانہ ہے جن کے تداخل سے یہ نئی شکل کا مجموعہ پیدا ہوا۔ معینہ اگر موجیں مسلسل جاری ہوں تو مجموعہ بھی مسلسل ہوگا اور مساوی فاصلوں کے اختتام پر مجموعہ کی شکل دوہرائی جائیگی۔ جب مجموعہ صرف دو، قریب قریب مساوی طول اور رفتار کی، موجوں کے تداخل سے پیدا ہوتا ہے تو حالت بعینہ وہی ہوتی ہے جو موسیقی کی ”ضربوں“ میں پائی جاتی ہے۔ ضربوں کے متعلق ہم ایک دوسرے باب میں بحث کریں گے۔ دو موجوں کے مجموعہ کے متعلق یہاں چند ضروری اور اہم باتیں لکھی جاتی ہیں۔

طالب علم کو ذرا سا غور کرنے سے معلوم ہو جائیگا کہ کسی معینہ فاصلہ میں اگر ایسی دو موجوں کا تداخل ہو تو اس فاصلہ میں تداخل کے پہلے چھوٹی موجوں کی جو تعداد ہوگی اُس میں سے بڑی موجوں کی تعداد کو

تفریق کرنے سے مجموعوں کی تعداد حاصل ہوگی۔ کیونکہ ہر مجموعہ میں ایک چھوٹی موج زیادہ ہوگی۔ اس لئے اگر چھوٹی موج کا طول (لہ) قرار دیا جائے اور بڑی کا (لہ) تو ہر اکائی فاصلہ میں مجموعوں کی تعداد

$$\left\{ \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \right\} \text{ ہوگی}$$

چونکہ جب کبھی کسی مقررہ مقام پر سے، بڑی موجوں سے، چھوٹی موجیں تعداد میں ایک عدد بڑھ کر گزرتی ہیں، اُس مقام پر سے ایک کامل مجموعہ گزرتا ہے اس لئے کسی مقررہ مدت میں کسی مقام پر سے جس قدر چھوٹی اور بڑی موجیں گزرتی ہیں اُن کی تعدادوں کا تفاوت، اُس مقام پر سے اُسی مدت میں گزرنے والے مجموعوں کی تعداد کے مساوی ہے۔ پس اگر چھوٹی موج کی رفتار (ر) اور بڑی کی (ر') فرض کی جائے تو ایک مقام پر سے فی ثانیہ $\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}$ مجموعے گزریں گے۔ اب مجموعہ کی رفتار (ر) سمجھو۔ چونکہ فی اکائی فاصلہ $\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}$ مجموعے ہوتے ہیں۔ لہذا فاصلہ (د) میں مجموعوں کی تعداد

$$\left\{ \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \right\} \text{ ہوگی۔ لیکن مجموعہ کی رفتار}$$

فی ثانیہ (ر) ہونے سے ایک ثانیہ میں اتنے ہی مجموعے

یعنی m ($\frac{1}{r} - \frac{1}{r'}$) اُس مقام پر سے ایک ثانیہ کی مدت میں گزر جائیگے۔ پس

$$m \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} \right) = \frac{1}{r} - \frac{1}{r'}$$

$$\text{یعنی } \frac{\frac{1}{r} - \frac{1}{r'}}{\frac{1}{r} - \frac{1}{r'}} = \frac{\frac{1}{r} - \frac{1}{r'}}{\frac{1}{r} - \frac{1}{r'}} =$$

اگر موج کی رفتار اور طولِ موج میں حسبِ مساواتِ مندرجہ ذیل نسبت مانی جائے:-
 $r = m \lambda$

جس میں m ایک مستقل ہے اور n کوئی ایک عدد اور λ کے عوض $\lambda + \Delta \lambda$ لکھا جائے جہاں $\Delta \lambda$ سے مراد ایک قلیل مقدار ہے (یعنی λ اور $\lambda + \Delta \lambda$ کے تفاوت کو ایک قلیل مقدار $\Delta \lambda$ مانا جائے) تو

$$r = \frac{(\lambda + \Delta \lambda) m - \lambda m}{\Delta \lambda}$$

نظریہ ثنائی سے $(\lambda + \Delta \lambda) m = \lambda m + \Delta \lambda m$
 $= \lambda m + \Delta \lambda m$ تقریباً
 اس لئے کہ $(\Delta \lambda)$ ایک چھوٹی مقدار ہے۔

$$\text{پس } r = \lambda m$$

پانی کی سطح پر قوتِ جاذبہ ارض سے جو موجیں

پیدا ہوتی ہیں ان کے لئے $r = \left(\frac{c}{\pi \nu} \right)^{\frac{1}{2}}$

یعنی λ کی قیمت $\frac{1}{\nu}$ ہے۔ اس لئے

$$\lambda = r = \left(\frac{1}{\nu} - 1 \right) r = \frac{1}{\nu} r$$

لہذا گہرے پانی کی موجوں کے مجموعہ کی رفتار خاص موج کی رفتار کا نصف ہوتی ہے۔

جب کوئی کشتی یا بٹ جھیل پر تیرتی ہے تو اس کے دونوں بازو موجوں کے مجموعے چھوٹی چھوٹی ٹیڑھی قطاروں کی شکل میں دکھائی دیتے ہیں۔ اس وجہ سے ان مجموعوں کے لئے ”نردبانی موج“ کا نام موزوں ہوتا ہے۔ موجوں کے مجموعوں کی خصوصیات پہلے سر جارج سٹوکس نے معلوم کی تھیں۔ بعد میں لارڈ ریلے ستونی اور پروفیسر ادسبورن رینالڈز نے ان کے مسائل کی دقیق حل کیں۔ روشنی کی رفتار کے مسائل میں بھی موجوں کے مجموعہ کی بحث دلچسپ ہے۔

کم عمیق پانی۔ نالوں۔ کی بچیں

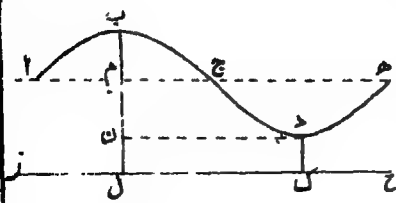
اب ج دھ شکل (د) کو ایک

کم عمیق پانی کی موج فرض کرو۔

زح پانی کی تہ ہے۔ موج

سے پہلے پانی کی سطح اھ تھی۔

پہلے کی طرح موج کی رفتار (د)



شکل (د)

مان کر اُس کے مساوی رفتار مخالف سمت میں دیگر سارے پانی کو قائم کر دو۔ پانی کے عمق m کو اختصار کے طور پر (ق) کہو۔ اور اس کی عام سطح سے آوج کی بلندی یا حنیض کی گہرائی کو h تصور کر دو۔

واضح ہے کہ $دک = ق - h$ اور $بال = ق + h$ چونکہ عمق کم ہے اس لئے پانی کے تمام ذرے جو ایک ہی انتصابی خط میں واقع ہونگے اُن کی افقی رفتار مساوی ہوگی۔ سارے پانی کو فرضی رفتار $(-r)$ دینے سے پہلے خط $بال$ پر کے ذروں کی رفتار کو $د$ قرار دو۔ ایسی صورت میں خط $دک$ پر کے ذروں کی رفتار اس کے مخالف سمت میں وہی $د$ ہوگی یعنی $(-d)$ ہوگی۔ تمام پانی کو رفتار $(-r)$ دینے کے بعد واضح ہے کہ $بال$ پر کے ذروں کی رفتار $(د-r)$ ہوتی ہے اور $دک$ پر کے ذروں کی $(-د-r)$ ۔

شکل اب ج دھ کو اُس کے متوازی، کاغذ کے اوپر عمود وار اکائی فاصلہ اوپر سرکلانے سے موج کی جو قاش بینگی، دیکھو اُس کے مختلف مقاموں پر سے پانی مستقل حجم میں بہیگا۔ اس لئے کہ ہم نے موج کو قائم کر دیا ہے یعنی b کے پاس ہمیشہ آوج اور d کے پاس حنیض ہوتا ہے۔ پس خط $بال$ پر سے فی ثانیہ گزرنے والے پانی کا حجم $(د-r)$ $(ق+h)$ اور خط

دگ پر سے فی ثانیہ گزرنے والے پانی کا حجم دونوں مساوی ہونا چاہئے۔ یعنی

$$(r - r_1)(r_2 + r_1) = (r_2 + r_1)(r_1 - r_2)$$

$$\therefore r = r_2 = r_1$$

مفروضہ $(r - r_1)$ رفتار کی وجہ سے جب پانی سیدھے جانب سے بائیں طرف کو جاتا ہے اکائی حجم اُس کا مقام (d) سے جب (b) پر پہنچتا ہے تو اُس کی توانائی بالحرکت میں کمی ہوتی ہے اور توانائی بالقوہ میں زیادتی۔ d کے پاس اُس کی توانائی بالحرکت $\frac{1}{2}(r - r_1)^2$ ہے اور b کے پاس $\frac{1}{2}(r - r_2)^2$ ۔ پس دونوں میں تفاوت

$$\frac{1}{2} \{ r_1^2 + r_2^2 + r_1 r_2 - (r_2^2 - r_1 r_2 + r_1^2) \}$$

یعنی $\frac{1}{2} r_1 r_2$ ہے

اور توانائی بالقوہ میں زیادتی بقدر 12 ج ہے۔
چونکہ پانی کی سطح پر سب جگہ دباؤ تقریباً ایک ہی ہے اس لئے۔

$$12 \text{ ج} = r_1 r_2$$

لیکن قبل ازیں ثابت ہوا ہے کہ $r = r_1 = r_2$ ۔

$$\therefore r = r_1 = r_2$$

واضح ہو کہ جب کوئی بے سہارا چیز زمین کی کشش سے گرتی ہے تو فاصلہ (q) نیچے اتر آنے کے

بعد اُس کی رفتار (د) حسب ضابطہ ذیل ہوتی ہے

$$۲ ج ق = ۲$$

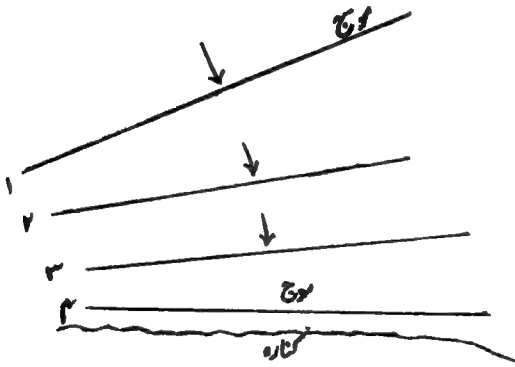
پس کم عمق کے پانی میں موج کی رفتار اتنی ہی ہوتی ہے جتنی ایک بے سہارا چیز کی جبکہ وہ حالت سکون سے پانی کے نصف عمق برابر فاصلہ انتصابی سمت میں طے کرتی ہے۔

موج کنارے کی طرف آتی ہے تو پانی کی گہرائی میں کمی ہوتی جاتی ہے۔ چونکہ آوج کے پاس پانی کی گہرائی زیادہ ہوتی ہے اور حوض کے پاس کم اور کم عمق کے پانی میں موج کی رفتار صرف عمق ہی کے تابع ہوتی ہے اس لئے آوج کے پاس موج کی رفتار تیز ہوتی ہے اور حوض کے پاس کم۔ پس ایسی حالت میں آوج کے پاس پانی کنارے کی طرف زیادہ مائل ہونے لگتا ہے اور بالآخر جب موج کنارے سے قریب ہو جاتی ہیں تو ایک ایسا مقام آتا ہے جہاں موجیں ٹوٹ جاتی ہیں اور آوج کا پانی حوض میں ایک دائری شکل میں گر پڑتا ہے جو نہایت خوشنما ہوتا ہے۔

موج کی رفتار کم عمق کے پانی میں محض عمق کے تابع ہونے کی وجہ سے ایک اور دلچسپ بات دیکھنے میں آتی ہے۔ اگر کنارے سے دور موج کا رخ

اچھرہ کنارے کے متوازی نہیں بلکہ ایک معتدبہ زاویہ پر مائل بھی ہو تو جوں جوں موج کنارے کے نزدیک پہنچتی ہے زاویہ میلان گھٹتے جاتا ہے اور بالآخر موج کنارے کے متوازی ہو جاتی ہے (دیکھو شکل ۶)۔ اسلئے کہ موج کا جو حصہ کم عمیق پانی میں رہتا ہے اُس کی رفتار کم ہوتی ہے۔ زیادہ عمق کے پانی میں جو حصہ ہوتا ہے زیادہ تیز حرکت کر کے موج کے رخ کو تبدیل کر کے متوازی بنا دیتا ہے۔

یہ عمل 'انفطاف' کے مشابہ ہے۔ اسلئے اُسکو پانی کی موجوں کا انفطاف کہہ سکتے ہیں۔



شکل (۶)

نوٹ: (۱) شعری موجوں سے متعلق بعض نہایت دلچسپ تجربے آسانی کے ساتھ کئے جا سکتے ہیں۔ موجوں کے

تداخل کا ذکر پانچویں باب میں آئے گا وہاں چند مفید تجربے بتائے جائیں گے۔ اس موقع پر ایک نہایت سلیس تجربہ بیان کیا جاتا ہے جس سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ جوں جوں شعری موجوں کا طول موج گھٹتا ہے اُن کی رفتار تیز ہوتی جاتی ہے:-

پانی کے حوض پر ایک باریک چٹری کو انتصابی وضع میں پکڑے رہو اس طرح پر کہ چٹری کا نیچے والا سر پانی میں رہے۔ پھر چٹری کو کسی ایک سمت میں حرکت دو اس حرکت سے پانی کی سطح پر چٹری کے سامنے قائم موجیں پیدا ہونگی۔ چٹری جتنا جلد حرکت کریگی یہ شعری موجیں (یا لہریں) بھی اتنا ہی جلد آگے کو بڑھیں گی۔ لیکن ساتھ ہی ان کا طول موج چھوٹا ہوتے جائیگا۔

نوٹ ۲- گو پانی کی موجیں ہر کوئی دیکھتا ہے لیکن اُن کی خصوصیات سمجھنے اور اُن کے نکات معلوم کرنے میں دنیا کے مشہور ترین سائنس اور ریاضی دانوں نے حصہ لیا ہے۔ موجوں کی رفتار کے متعلق سب سے پہلے لاپلاس نے تحقیقات کی تھی۔ جاذبہ ارض اور سطحی تناؤ کی موجوں میں امتیاز لارڈ کولون نے سب سے پہلے کیا۔ طوالت کے خوف سے اب یہ مضمون ختم کر دیا جاتا ہے۔ لیکن طالب علم کو یاد رکھنا چاہئے کہ طبیعیات

میں زیادہ تر توانائی کے تغیر و تبدل سے بحث کی جاتی ہے اور توانائی کسی واسطہ میں بھی ایک مقام سے دوسرے مقام تک اکثر موجی حرکت کے ذریعہ منتقل ہوتی ہے۔ اس لئے موجی حرکت سے بخوبی واقف ہونا طبیعیات کے طالب علم کا پہلا فرض ہے۔

تیسرے باب کی مشقیں

- (۱) - عرضی اور طول موجوں میں کیا فرق ہے سمجھاؤ۔ آواز کی موج عرضی ہے یا طولی ؟
- (۲) - طول موج اور تعدد ارتعاش کی تشریح کرو۔ مگر پیدا کرنے کا ایک دو شاخہ جب مرتش ہوتا ہے تو ہوا میں $2\frac{1}{4}$ فٹ طول کی موجیں بنتی ہیں۔ اگر ان موجوں کی رفتار فی ثانیہ ۱۱۰۰ فٹ ہو تو دو شاخہ کا تعدد ارتعاش کیا ہے ؟
- (۳) - بتاؤ ایک عرضی موج کی تعبیر منحنی کے ذریعہ سے کس طرح ہو سکتی ہے۔ اور اس منحنی سے کسی ذرے کی رفتار (جو موج کے راستہ میں واقع ہو) کیونکر دریافت کی جاسکتی ہے ؟
- (۴) - ایک طولی موج کو جیبی منحنی کے ذریعہ

سمجھانے کا طریقہ بیان کرو۔ نقل مکان والے منحنی اور پچکاؤ (یا دباؤ) والے منحنی میں کیا امتیاز ہے؟

(۵)۔ ایک گاؤں کا قرص جس پر ۴۰ سوراخوں کی ایک دائری قطار بنائی گئی ہے یکساں رفتار کیساتھ ۱ دقیقہ ۲۴ ثانیہ میں ۵۰۰ بار گھومتا ہے۔ دریافت کرو اُس کے سر کا تعدد کیا ہے اور ہوا میں اُس سر کا طول موج کتنا، جبکہ آواز کی رفتار ہوا میں ۳۴۰۰۰ م/ثانیہ ہے؟ [ل-ی]

(۶)۔ تعدد ارتعاش اور طول موج کی تصریح کرو۔ شکلیں کھینچ کر بتاؤ ایک پچکاؤ کی موج اور ایک اُسی تعدد اور طول موج کی عرضی موج کی خاصیت میں کیا فرق ہے؟ [ل-ی]

(۷)۔ ہوا میں آواز کی موجوں سے متعلق تعدد، ارتعاش، حیثہ ارتعاش اور طول موج کی اصطلاحوں کی تعریف کرو اور اُن کا مفہوم سمجھاؤ۔ ان کی مقداروں میں اگر تغیر پیدا ہوں تو سننے والا اُن کو کس طور سے محسوس کریگا؟

آواز کی سب سے چھوٹی موج جو سناؤ دیتی ہے اس کا طول تقریباً ۱۸ سم ہے اور بڑی سے بڑی مسموع موج کا طول تقریباً ۹۰۰ سم۔ بتاؤ ان دونوں صورتوں میں تعدد ارتعاش کیا ہیں۔ اور انہیں

کتنے سرگم کا بُعد ہے ۔

آواز کی رفتار ہوا میں ۳۳۰۰ سم فی ثانیہ شمار کی جائے۔
[ل-ی]

(۸)۔ جب آواز ہوا میں منتقل ہوتی ہے تو کس نوع کا ارتعاش ہوتا ہے تفصیل سے اس پر بحث کرو۔

ارتعاش کی کن خصوصیات کے باعث موسیقی سر میں امتداد، حدت اور کیفیت کا امتیاز ہوتا ہے بیان کرو۔
[ل-ی]



چوتھا باب



آواز کی موجیں - اُن کی رفتار وغیرہ

آواز کی موجوں کی رفتار - ہوا میں صرف ایک قسم کی لچک ہے - یہ جسم کی لچک کہلاتی ہے - اس لئے ہوا میں صرف دباؤ یا پچکاؤ کی موجیں منتقل ہوسکتی ہیں - ان موجوں کی رفتار دریافت کرنا ضروری ہے - اس کے دو طریقے ممکن ہیں :- ایک طریقہ یہ ہے کہ ہوا کی معلوم لچک اور کثافت کے ذریعہ حسابی عمل سے اُس کو اخذ کیا جائے - دوسرا یہ کہ راست تجربہ کر کے اُس کو دریافت کر لیا جائے -

ہر شخص کو اس کا علم ہے کہ ہوا میں آواز کی موجوں کی رفتار غایت درجہ تیز نہیں ہوتی - اگر ذرا دُور کے فاصلہ پر کوئی شخص ہتھوڑی سے کچھ ٹھونک رہا ہو تو

دیکھنے والے کو پہلے ہتھوڑی گرتی ہوئی دکھائی دیتی اور اس کے کچھ دیر بعد ہتھوڑی کے ضرب کی آواز سنائی دیتی۔ دونوں آدمیوں میں جتنا ناصبہ زیادہ ہوگا اتنا ہی زیادہ ضرب کے نظر آنے اور آواز سنائی دینے میں دیر لگے گی۔ بجلی چمکنے کے بعد گرجنے کی آواز محسوس ہوتی ہے اور بجلی کے چمکنے کا مقام مشاہدے کے موقعہ سے جس قدر دور ہوتا ہے اسی قدر دیر کے بعد گرجنے کی آواز سنائی دیتی ہے۔

توپ سر کر کے ہوا کی رفتار دریافت کرنے کا طریقہ کچھ دور پر ایک توپ سر کر کے شعلہ کی جھلک دیکھنے اور آواز کے سننے میں جو وقت صرف ہوتا ہے اس کو کافی احتیاط سے ناپ کر کئی مرتبہ ہوا کی رفتار کی تعیین ہوئی ہے۔ اگرچہ یہ طریقہ اصول کے لحاظ سے آسان ہے اس کے عمل میں متعدد خطائیں سرزد ہوتی ہیں۔

(۱)۔ ہوا کا (یعنی ہوا چلنے کا) اثر۔ جب ہوا چلتی ہے یعنی اُس کی ساری کمیت ایک مقام سے دوسرے مقام کو جاتی ہے زمین کی نسبت آواز کی موجوں کی اضافی رفتار اُس کے ہوا میں شائع یا منتقل ہونے کی شرح سے جداگانہ ہے۔ اگر بالفرض ہوا توپ کی سمت سے دیکھنے والے کی طرف چل رہی ہے تو مشاہدے سے آواز کی جو رفتار ناخود ہوگی اصل رفتار سے بقدر ہوا کی رفتار کے بڑھ کر ہوگی۔ اگر ہوا اس کے مخالف سمت میں

چلتی ہے تو آواز کی رفتار اصل رفتار سے اتنا ہی کم شمار ہوگی۔ اگر ہوا چنداں تیز نہ چلتی ہو تو اُس کا اثر ساقط کرنے کے لئے باری باری سے دونوں سمتوں میں آواز کی رفتار ناپی جا سکتی ہے۔ یعنی ایک مقام سے ایک شخص توپ سر کرتا ہے۔ دور ایک دوسرے مقام پر ایک دوسرا شخص دیکھتا ہے کہ توپ سے شعلہ نکلنے کے کتنی دیر بعد اُس کو آواز سنائی دیتی ہے۔ پھر وہ خود اپنے مقام سے ایک دوسری توپ چلاتا ہے اور پہلے مقام والا شخص دیکھتا ہے کہ کتنی دیر بعد اُس کے پاس آواز پہنچتی ہے۔ ان دونوں مشاہدوں کے ذریعہ جو اوسط رفتار نکل آئیگی صحیح رفتار ہوگی۔ جب ہوا کے چلنے کی سمت اور مشاہدے کے مقاموں کو ملانے والے خط میں میل واقع ہوتا ہے تو صحیح رفتار کے شمار میں پیچیدگی بڑھ جاتی ہے۔ لیکن دونوں مشاہدوں سے جو رفتاریں دریافت ہوتی ہیں اُن کے سادے حسابی اوسط سے قریب قریب صحیح قیمت برآمد ہوتی ہے۔ صرف اُس صورت میں نتیجہ مشتبہ ہو جاتا ہے جبکہ ہوا کی رفتار بہت تیز ہوتی ہے۔

(۲) شخصی مساوات۔ ان مشاہدوں میں وقت

کی تعین یا چلڑکنی گھڑی کے ذریعہ سے ہوتی ہے، یا وقت پیمائے کے ذریعہ، یا سب سے بہتر، وقت نگار کے

ذریعہ جو گھڑیاں کی طرح چالو ہو (پہلے باب کا آخری صفحہ ملاحظہ ہو)۔ لیکن مشاہدہ کرنے والے کو توپ کے شعلہ کی چمک کا احساس ہو کر قلب بند کئے جانے کے لئے جو وقت یا مدت درکار ہے، اور توپ کی آواز کا احساس ہو کر قلب بند کئے جانے کے لئے جو وقت چاہئے دونوں نا مساوی ہوتے ہیں۔ اس لئے ایک دوسری خطا پیدا ہوتی ہے۔ اس خطا کا نام مشاہدہ کرنے والے کی 'شخصی مساوات' رکھا گیا ہے۔ اور وہ مختلف شخصوں کے لئے مختلف ہے۔ پس مصرعہ بالا طریقہ سے آواز کی رفتار معلوم کرنے کے لئے اس بات کی ضرورت ہوتی ہے کہ علحدہ تجربے کر کے دونوں مشاہدے کرنے والوں کی شخصی مساواتوں کی تقییم کر لی جائے اور ان کے لحاظ سے مشاہدہ کی تصحیح عمل میں آئے۔

(۳) ہوا کی تپش اور اُس کی مرطوبیت کا اثر۔ آواز کی رفتار ہوا کی تپش اور کثافت کے تابع ہے۔ اس کے متعلق تفصیل کے ساتھ آگے چل کر لکھا جائیگا۔ پس ضرور ہے کہ مشاہدات کی تصحیح کر کے خشک (یعنی مرطوبیت سے پاک) ہوا میں آواز کی رفتار صفر درجہ مٹی تپش کی حالت میں دریافت ہو۔ اس طرح بہترین مشاہدوں کے ذریعہ راست طور پر تجربہ کر کے آواز کی جو رفتار دریافت ہوئی ہے اوس کی اوسط قیمت صفر درجہ مٹی کی حالت میں ۳۳۲ میٹر فی ثانیہ ہے۔

آواز کی رفتار نلیوں میں - متعدد سائنس دانوں نے تجربہ کر کے نلیوں میں آواز کی رفتار دریافت کی ہے - ان میں ریٹینو کے تجربے سب سے زیادہ مشہور ہیں - ریٹینو نے میکانیکیل (جیلی) طریقوں سے وقت ناپ کر شخصی مساوات کی خطا سے بچنے کی کوشش کی - بندوق کے منہ پر ایک تار تانا گیا تھا جو ایک برقی حلقہ (یعنی ایک حلقہ جس میں سے برقی رو گزر رہی تھی) کا جزو تھا - حلقہ میں ایک 'وقت نگار' بھی شریک تھا - جب بندوق فیر ہوئی تار اور اُس کیسا تھا برقی حلقہ ٹوٹ کر 'وقت نگار' کے گردش کرنے والے پردے پر ایک نشان پڑ گیا (جیسا کہ پہلے باب کے آخر حصہ میں سمجھایا گیا ہے) - آواز 'وصول' ہونے کے مقام پر موجیں ایک مخروط میں جمع ہو کر ایک اسطوانہ میں داخل ہوئیں - اسطوانہ کے دوسرے سرے پر رپڑ کی ایک جھلی تانی گئی تھی - بندوق کی آواز اسطوانہ میں داخل ہو کر تکثیف کی موج جھلی کو آگے کی طرف ہٹا دی جس سے ایک دوسرا برقی حلقہ بل کر (یا ٹوٹ کر) اسی 'وقت نگار' کے پردے پر جس پر پہلے بندوق کے فیر ہوتے ہی ایک نشان کیا گیا تھا ایک دوسرا نشان پڑ گیا - اس تجربہ میں بھی 'حقیقت' شخصی مساوات 'ساقط نہیں ہوتی ہے - اس لئے کہ شخصی مساوات کی اصل وجہ طبیعی اسباب ہیں - انسان کے دیکھنے اور سننے سے متعلق جو شخصی مساوات پیدا ہوتی ہے اُس کے

باعث بھی، ایک حد تک یہی طبیعی اسباب ہیں۔ اس تجربہ میں جیلی ذرائع سے وقت ناپنے کا جو انتظام ہوا ہے اُس میں ایک جگہ تار ٹوٹ کر برقی حلقہ ٹوٹتا ہے اور دوسری جگہ جہلی پر دباؤ پڑ کر حلقہ ٹوٹتا یا ملتا ہے۔ پس اُن کے طبیعی اسباب علحدہ ہیں اور اس لئے شخصی مساوات کا پورا السداد نہیں ہوتا ہے تاہم انسانی مشاہدوں کی بہ نسبت ان میں اختلاف کم پایا جائیگا۔

رینیونے اپنے تجربوں سے یہ نتیجہ مان خود کیا کہ آواز کی موجوں کی حدّت جب بڑھتی ہے تو اُن کی رفتار میں بھی ترقی ہوتی ہے۔ حدّت جون جون گھٹتی جاتی ہے رفتار میں بھی کمی واقع ہوتی ہے لیکن ایک حد پر پہنچ کر رفتار مستقل ہو جاتی ہے۔ رینیونے یہ 'انتہائی' رفتار ضعیف آوازوں کے لئے کھلی ہوا میں صفر درجہ مٹی پر ۳۳۰.۶ میٹر فی ثانیہ دریافت کی۔

نلیوں میں رفتار کا تجربہ کرنے سے معلوم ہوا کہ تقریباً ایک میٹر قطر تک نلی کے قطر کا رفتار پر اثر ہوتا ہے۔ جب نلی اس سے زیادہ کشادہ ہوتی ہے تو آواز کی رفتار اس میں وہی ہوتی ہے جو کھلی ہوا میں ہوتی ہے۔ ۱.۰۸ سم قطر والی نلی میں رفتار ۳۲۴.۲۵ میٹر فی ثانیہ دریافت ہوئی۔ اس سے تنگ نلیوں میں رفتار اور بھی کم پائی گئی۔

آواز کی رفتار کا شمار نظری طریقہ سے - دباؤ یا پچکاؤ کی موج کی رفتار واسطہ موج کی لچک اور اُسکی کثافت معلوم کرنے سے شمار ہو سکتی ہے - واسطہ کے کسی چھوٹے حصہ کی حرکت کی تعین ذیل کے اساسی ضابطہ سے معلوم ہوتی ہے :-

$$\text{قوت} = \text{کمیت} \times \text{اسراع}$$

شکل (۳۱) میں فرض کرو ۲ باب سے مراد عام طور پر

کسی پچکاؤ کے نقل مکان

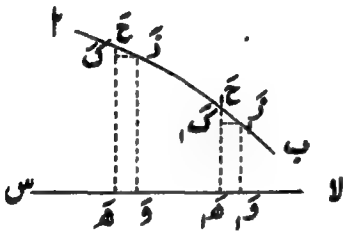
کا منحنی ہے - باب سوم

میں صفحہ ۶۵ پر یہ ثابت

کیا گیا تھا کہ گیس

کے ایک پتلے طبق

(اھ و) کا خمسی فساد



شکل ۳۱

نقل مکان کا منحنی

کتاب کے حصہ اول باب ۱۲ میں طالب علم نے دیکھا ہے کہ

$$\text{م} = \frac{\text{زور}}{\text{فساد}} = \text{جمعی لچک کا مقیاس}$$

$$\text{لیکن فساد} = \frac{\text{خ ک}}{\text{ک ز}}$$

$$\therefore \text{زور} = \text{م} \left(\frac{\text{خ ک}}{\text{ک ز}} \right)$$

اسی طرح موقعہ $ھ$ کے پاس زور = $م$ ($\frac{خ}{ک}$)

لیکن زور سے مقصود عام واسطہ کے طبعی دباؤ سے کسی موقعہ پر کے دباؤ کی زیادتی ہے۔ اس لئے $ھ$ کے پاس دباؤ کی زیادتی۔

$د = م$ ($\frac{خ}{ک}$)
اور $ھ$ کے پاس کے دباؤ کی زیادتی $م = م$ ($\frac{خ}{ک}$)
∴ $ھ$ اور $ھ$ کے دباؤں میں فرق۔

$د - م = م$ ($\frac{خ}{ک} - \frac{خ}{ک}$)

اب سمت اشاعت موج (س لا) کے متوازی
اکائی تراش عمودی کی گیس کی ایک نلی پر غور کرو۔ $ھ$ اور
 $ھ$ کے درمیان گیس کا جو طبق ہے اُس کے $ھ$ کے پاس
کے سرے پر ایک قوت (د) عمل کر رہی ہے اور اُس
کے $ھ$ کے پاس کے سرے پر ایک دوسری مخالف
قوت (د) عامل ہے۔ پس اس طبق پر حاصل قوت
(د - د) عامل ہے۔ مہذا اس طبق کی گیس کی کمیت
یعنی حجم \times کثافت = $ھ$ \times ث

مگر قوت = کمیت \times اسراع

∴ $د - د = ھ$ \times ث \times اسراع

$$م \left(\frac{ح_ک}{ک_ز} - \frac{ح_ک}{ک_ز} \right)$$

$$\therefore \text{اسراع} = \frac{د - د}{ه_ه \times ث} = \frac{م}{ه_ه \times ث}$$

$$= \frac{م}{ث} \left(\frac{ح_ک}{ک_ز} - \frac{ح_ک}{ک_ز} \right) \dots \dots (۱)$$

فرض کرو موج کی اشاعت کی رفتار سمت سے لائیں
(س) ہے۔ تو موج فاصلہ $ه_و$ طے کرنے کے لئے مدت
 $ه_و$ ہوگی۔ اتنی دیر میں $ه_و$ یا $و$ کے پاس کے نقل مکان
میں بقدر (ح - و) یعنی ح گ تبدیلی ہوتی ہے۔

$$\therefore \text{و کے پاس کے ذروں کی رفتار (ر)} = \frac{و}{ه_و}$$

$$\therefore ر = س \frac{ح_ک}{ه_و}$$

اور $ه_و$ کے پاس کے ذروں کی رفتار (د) = $س \frac{ح_ک}{ه_و}$

س جس مدت میں موج $ه_و$ سے $ه_و$ تک
لے رہا ہے واسطہ کے ذرے کی رفتار کے بجائے

\therefore مذکور ہے۔ یہ مدت $\frac{ه_و}{س}$ ہے

$$\text{پس درے کا اسراع} = \frac{r - r_1}{h_1} = \frac{r - r_2}{h_2}$$

$$= \frac{r}{h_1} \cdot \left(\frac{h_1}{h_2} - \frac{r_1}{r_2} \right)$$

$$= \frac{r}{h_1} \cdot \left(\frac{h_1}{h_2} - \frac{r_1}{r_2} \right) \dots (2)$$

اسراع کے لئے جو جملے (۱) اور (۲) ماخوذ ہوئے ہیں ان کو مساوی لکھنے سے

$$\frac{r}{h_1} = \frac{r_1}{h_2}$$

$$یا \frac{r}{h_1} = \frac{r_1}{h_2}$$

آواز کی رفتار دباؤ اور کثافت کی رقموں میں۔
آواز کی رفتار کے لئے ہم نے اوپر جو مساوات لکھی ہے

یعنی $\frac{\text{تپک کا معیار}}{\text{کثافت}} = \text{پہلے نیوٹن نے اس کو ثابت کیا۔}$

اس نے ہوا کی تپک کے لئے گہرہ ہوائی کے دباؤ کی قیمت (مطلق اکائیوں میں) مان لی۔ اس لئے کہ اگر ہوا کی کسی کمیت کا دباؤ (د) اور حجم (ج) ہو اور تپش کو مستقل رکھ کر دباؤ اور حجم میں خفیف تبدیلی پیدا کی جائے

جس سے دباؤ (دہ) اور جھم (ج) ہو جائے تو
 از روئے کلیۃً بائل دہ ج = جہ جہ
 دیکھو (دہ - جہ) زور ہے جس کی وجہ سے فساد جہ - جہ پیدا
 ہوتا ہے۔ پس جھمی لچک کا معیار

$$م = \frac{\text{زور}}{\text{فساد}} = \left(\frac{دہ - جہ}{جہ - جہ} \right) جہ = \frac{دہ جہ - جہ جہ}{جہ - جہ}$$

پس بجائے دہ جہ کے جہ جہ لکھنے سے

$$م = \frac{دہ جہ - جہ جہ}{جہ - جہ} = دہ$$

پس لچک کے لئے مطلق دباؤ کی قیمت لی جاسکتی ہے
 بشرطیکہ ہوا کی تپش مستقل رہی ہو۔

جب ہوا کی تپش صفر درجہ مئی ہوتی ہے دباؤ
 (د) = $۱۳۵۶ \times ۷۶ \times ۹۸۱$ ڈائین فی مربع سم اور
 کثافت (دث) = ۰.۰۰۱۲۹ گرام فی مکعب سم

$$\therefore \text{آواز کی رفتار} = ر = \left[\frac{۹۸۱ \times ۷۶ \times ۱۳۵۶}{۰.۰۰۱۲۹} \right]^{۱/۲} = ۳۸۱ \dots \text{سم فی ثانیہ}$$

واضح ہے کہ یہ قیمت بہت کم ہے۔ حقیقی رفتار اور اس
 رفتار میں جو فرق ہے اُس کی وجہ لا بلاس نے بتائی۔ جب
 آواز کی موجیں ہوا میں سے گزرتی ہیں تو اُس میں تکثیف
 و تخلیف اس قدر جلد جلد واقع ہوتی ہے کہ تکثیف سے

ہوا کی تپش میں زیادتی، اور تلطیف سے جو کمی پیدا ہوتی ہے، ایصال کے ذریعہ اُن کے زائل ہونے کے لئے وقت نہیں ملتا ہے۔ جب کوئی گیس اس طرح پھیلتی یا سکڑتی ہے کہ اُس میں نہ تو باہر سے ہوا داخل ہو سکتی ہے اور نہ اُس میں کی ہوا باہر نکل سکتی ہے تو کھا جاتا ہے کہ گیس کی حالت میں دھڑنا گزار، تفسیر پیدا ہوا۔ ایسی صورت میں بائل کا کلیہ صادق نہیں آتا۔ بلکہ دباؤ اور حجم کا تعلق ضابطہ ذیل سے ادا ہوتا ہے جو کتاب کے حصہ دوم کے پینتیس باب میں سمجھایا گیا ہے:-

$$د، ح، = د، ح،$$

جہان (۲) = $\frac{\text{گیس کی حرارت نوعی مستقل دباؤ کی حالت میں}}{\text{جسم کی حالت میں}}$

ہوا کے لئے اس نسبت کی قیمت ۱،۴۱ ہے۔
دباؤ کے حجم کے اس تعلق کو اس شکل میں لکھ کر

$$د، ح، = د، ح، (ح، - ح، + ح،)$$

$$\text{یعنی} \quad د، ح، = د، ح، (۱ - \frac{ح، - ح،}{ح،})$$

مساوات کے بائیں جانب کے جملہ کو نظر ثنائی کے ذریعہ پھیلانے سے ہمیں حاصل آتا ہے:-

$$1-2 \frac{c_1 - c_2}{c_1} + \frac{(1-2)2}{2 \times 1} + \dots + \left(\frac{c_1 - c_2}{c_1} \right)^2 + \dots$$

لیکن اگر حجم کا تغیر یعنی $c_1 - c_2$ نہایت خفیف ہو تو
مصرحہ بالا جملہ کی تیسری اور اُس کے بعد کی ساری رقمیں ناقابل
نحاظ ہو جاتی ہیں۔

$$\therefore \Delta = \Delta_1 (1 - 2 \frac{c_1 - c_2}{c_1})$$

$$\Delta_1 = \Delta \left(\frac{c_1 - c_2}{c_1} \right)^{-1} \quad \text{یا}$$

یعنی لچک کا مقیاس $\Delta_1 = \Delta$

$$\left[\frac{\Delta_1}{\Delta} \right] = \text{پس آواز کی رفتار}$$

کمرہ ہوائی کے لئے پہلے جو مقدمات استعمال کئے گئے تھے
انہیں کو اختیار کرنے سے

$$s = \left[\frac{981 \times 64 \times 1354 \times 1531}{0.00129} \right] = 33140 \text{ سم فی ثانیہ}$$

آواز کی رفتار کی یہ قیمت راست تجربہ سے دریافت کی ہوئی
قیمت کے بالکل قریب ہے۔ پس لاپلاس نے نیوٹن کے
ضابطہ کی جو تصحیح کی ہے اُس کو صحیح ماننا چاہئے۔
دباؤ کا اثر آواز کی رفتار پر۔ اگر یہ ممکن ہوتا کہ ہوا کا
دباؤ بغیر اُس کی کثافت میں تغیر پیدا کرنے کے بدل دیا جاسکتا

تو اُس سے آواز کی رفتار میں تبدیلی ممکن ہوتی ہے۔ لیکن مستقل تپش کی حالت میں ہوا کی کثافت کو (ازروے کلیۃً بائل) دباؤ کے ساتھ راست نسبت ہوتی ہے۔ اس لئے آواز کی رفتار کے لئے جو

جملہ (۱۲۷) مانع ہوا ہے اُس کے شمار کنندہ اور نسب نما

دونوں کی تبدیلی کی نسبت ایک ہی ہے۔ پس واضح ہے کہ جب تک بائل کا کلیۃً حاوی ہو سکتا ہے آواز کی رفتار ہوا میں دباؤ کے غیر تابع ہے۔ اس لئے باریکا کی بلندی میں جو تبدیلیاں واقع ہوتی ہے اُن کا اثر آواز کی رفتار پر کچھ نہیں ہوتا۔ راست طور پر تجربہ کرنے سے بھی ثابت ہوا ہے کہ (تپش نہ بدلنے کی صورت میں) آواز کی رفتار سطح بحر اور اونچے پہاڑ پر ایک ہی

ہے۔ تپش کا اثر آواز کی رفتار پر۔ کرہ ہوائی کا دباؤ اُس کی تپش کے غیر تابع ہوتا ہے۔ اس لئے (۱۲۸) کے شمار کنندہ میں تپش کی تبدیلی سے تغیر نہیں پیدا ہوتا۔ لیکن ہوا کی کثافت تپش کے ضرور تابع ہے۔ فرض کرو کسی کیت کی گیس کی کثافت (ث) ہے جبکہ اُس کی مطلق تپش (ت) ہے۔ تو اگر مطلق تپش بد لکرت، ہو جائے تو کثافت (ث) ہو جائیگی

$$\text{اس طور پر کہ } \frac{\text{ث}}{\text{ت}} = \frac{\text{ث}}{\text{ت}}$$

$$\frac{\text{ث}}{\text{ت}} = \frac{\text{ث}}{\text{ت}}$$

آواز کی رفتار صفر درجہ مٹی پر (سما) =

اور مطلق تیش ت۱ پر (س۱) = $\frac{d_2}{d_1} = \frac{d_2}{d_1} \times \frac{d_1}{d_1} = \frac{d_2}{d_1} \times \frac{d_1}{d_1}$

باہمی تعلق ذیل کی مساواتوں سے معلوم ہو سکتا ہے:-

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{v}{\lambda} = \text{گہرائی کی کثافت} = \frac{1}{\lambda} = \text{گہرائی کی کثافت}$$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = \frac{\text{گہرائی کی کثافت}}{\text{گہرائی کی کثافت}}$$

یعنی گہرائی میں آواز کی رفتار کو اُس گہرائی کی کثافت کے جذر المربع کے ساتھ معکوس نسبت ہوتی ہے۔
بشرطیکہ کسر (۲) کی قیمت ایک ہی ہو۔
مثلاً چونکہ آکسیجن اور ہائیڈروجن کی کثافتوں میں ۱۶ اور ۱ کی نسبت ہے اس لئے

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\text{آواز کی رفتار ہائیڈروجن میں}}{\text{آواز کی رفتار آکسیجن میں}}$$

$$\text{اور } \frac{1}{\lambda} = \frac{\text{آواز کی رفتار ہائیڈروجن میں}}{\text{آواز کی رفتار آکسیجن میں}} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda}$$

پس ہائیڈروجن میں رفتار = ۳۳۲ × ۳۶۰ = ۱۲۰۰ میٹر فی ثانیہ (صفر درجہ مٹی پر)

اسی لحاظ سے آواز کی رفتار پر کرہ ہوائی کی رطوبت کے اثر کا اندازہ، اور اس کی تصحیح کی جاسکتی ہے۔ اگر ہوا کی اضافی رطوبت معلوم ہو، تو مشاہدہ کے وقت کی تیش پر خشک ہوا کی کثافت کے ساتھ اُس مرطوب ہوا کی کثافت کو جو نسبت ہوگی

دریافت ہو سکتی ہے۔ پس اُس نسبت کی مدد سے حساب کر کے مرطوب ہوا میں جو رفتار مشاہدہ ہوئی ہو اُس سے خشک ہوا میں رفتار کی تعیین کی جاسکتی ہے۔

یہ یاد رکھنا چاہئے کہ یہاں فرض کر لیا گیا ہے کہ جن گیسوں کا ذکر ہوا ہے اُن کے لئے (۲) کی قیمت ایک ہی ہے۔ معمولی گیسوں کے لئے یہ مفروضہ صحیح ہے لیکن دوسروں کے لئے نہیں۔ مثلاً پارے کے بخار، ہیلیم، آرگون وغیرہ کے لئے (۲) کی قیمت تقریباً ۱.۶۶ ہے۔ یہ قیمت درحقیقت گیس کے جوہر کی ترکیب پر موقوف ہے۔ منجملہ اور کامیاب طریقوں کے اُس کے دریافت کرنے کا یہ بھی ایک طریقہ ہے کہ راست تجربہ کے ذریعہ آواز کی رفتار گیس یا بخار میں معلوم کر لی جائے اور پھر اس کے دباؤ اور کثافت کی تعیین کر کے (۲) کی قیمت حاصل کی جائے۔ جن صورتوں میں (۲) کی قیمت راست طور پر، یعنی حرارت نوعی مستقل دباؤ اور مستقل حجم کی حالت میں دریافت نہیں کی جاسکتی وہاں یہی طریقہ استعمال ہوتا ہے۔

آواز کی موجوں کی رفتار پانی میں۔ کسی واسطہ میں بھی جب موجی حرکت پیدا ہوتی ہے، اُن کی اشاعت کی رفتار اِس جملہ سے پائی جاتی ہے:-

$$\boxed{\frac{\text{لچک کا معیار}}{\text{کثافت}}}$$

لیکن اس سے یہ نہیں معلوم ہو سکتا کہ لچک کا کونسا معیار

استعمال ہوگا۔ صفحہ (۱۰۶) پر ہم نے بتایا تھا کہ جب آواز کی رفتار کسی گیس میں ناپی جاتی ہے تو (۵۲) صحیح معیار ہے۔ کسی مائع میں جب آواز کی رفتار دریافت کی جاتی ہے تو جیومیٹرک لچک کا معیار استعمال ہونا چاہئے۔ لیکن اس کا معلوم کرنا چنداں آسان نہیں البتہ مائعات چونکہ گرمی سے بہ نسبت گیسوں کے بہت کم پھیلتے ہیں، حرارت پر لچک کے عوض ہم پیشی لچک استعمال کرنے سے، رفتار کی قیمت میں بہت کم خطا آئیگی۔ پانی کے جیومیٹرک لچک کا معیار ۲۰.۴×۱۰ ہے۔ اور اس کی کشافت تقریباً ۱ پس آواز کی رفتار پانی میں ۲۰.۴×۱۰ یعنی ۳۳۰۰ فٹ فی ثانیہ ہونی چاہئے۔

یہ قیمت، مارٹینی نے ۱۸۸۸ء میں جو قیمت (۳۹۹۰۰) اسم فی ثانیہ (۴۰۰ فٹ پر) راست تجربہ کر کے دریافت کی تھی اس سے چنداں مختلف نہیں ہے۔ کوپاڈوں اور شورم نے جینیوا کی جھیل پر اسی بارے میں جو تجربہ کیا انہیں وقت واحد میں پانی کی سطح کے نیچے ایک گھنٹہ بجایا گیا اور سطح کے اوپر کچھ باروت سُلگھائی گئی۔ کافی فاصلہ پر آواز کو فراہم کرنے کی غرض سے ایک ٹرم کی شکل کی مڑی ہوئی نلی کا کشادہ سرا پانی میں ڈلوایا گیا تھا اور دوسرا سرا اوپر ہوا میں رکھا تھا سننے والا اس سرا سے کان لگا کر معلوم کر لیا شعلہ دکھائی دینے کی کتنی دیر بعد اسکو پانی میں ہو کر آواز سنائی دی۔ اس تجربہ سے آواز کی رفتار پانی میں ۸۰۱۰ فٹ فی ثانیہ پر ۳۵۰۰ اسم فی ثانیہ نکل آئی۔

آواز کی رفتار سلائون میں۔ ٹھوس جسمیں متعدد اقسام کے

’فساد‘ قبول کر سکتی ہیں اسلئے انہیں مختلف اقسام کی موجوں کی اشاعت ہو سکتی ہے۔ یہاں صرف پتلے سلاح یا تار پر سے بچکاؤ یا دباؤ کی موجوں کے گزرنے کی رفتار دریافت کی جائیگی۔ صورتِ حال سے واضح ہے کہ اس موقع پر لچک کا جو معیار استعمال ہوگا ینگ کا معیار ہوگا۔ لہذا

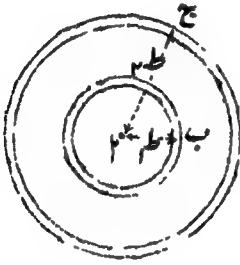
ینگ کا لچک کا معیار

سے ایسے جسموں میں موج کی رفتار کی صحیح قیمت حاصل ہوگی۔
 انٹھوں باب میں تجربہ کے ذریعہ اس رفتار کی قیمتیں کا طریقہ سمجھایا گیا ہے۔ ذیل کی جدول میں مختلف مادے کی سلاخوں کے لئے آواز کی رفتار دی گئی ہے۔
 آواز کی رفتار

مادہ	رفتار (سم فی ثانیہ)
الومینیم	10×51
سوڈے کا شیشہ	10×50 سے 10×53 تک
فلٹ شیشہ	10×40
پتیل	10×3645
ڈیل ایسے دودھے کی لکڑی (ریشون کی سمت)	10×50
فر کی لکڑی	10×45 سے 10×53 تک
اوک (یعنی بلوط کی لکڑی)	10×40 سے 10×44 تک
پیرن کی لکڑی	10×313

عکسی مربع کا کلیہ۔ جب کسی مبداء سے آواز کی موجیں ہر طرف یکساں پھیلتی ہیں تو فاصلہ مبداء اور آواز کی حدت کا باہمی تعلق بہت آسانی سے دریافت ہو سکتا ہے۔ لیکن اگر انعکاس یا الغلاف کی وجہ سے موجوں کے یکساں پھیلنے میں موانعات درپیش ہوں تو یہ تعلق پیچیدہ ہو جاتا ہے۔

فرض کرو شکل ۳۲ میں ۲ آواز کا ایک مبداء ہے اور آواز کی موجوں کی شکل میں



توانائی کا اشعاع فی ثانیہ مستقل ہے۔ تو ایک

کروی غلاف میں جس کا قطر ط، اور جس کی موٹائی ۱ جو توانائی ہر وقت

غلاف کا حجم \times توانائی فی اکائی حجم کے برابر

شکل ۳۲

عکسی مربع کے کلیہ کی توضیح

ہوگی یعنی $\pi r^2 \times H$ جس میں (ح) سے مراد توانائی فی مکعب سنتی میٹر یا مقام اب کے پاس آواز کی حدت ہے۔ اسی طرح نصف قطر ط، والے اور ایک سم موٹے غلاف میں توانائی ہر وقت

$\pi r^2 \times H$ کے مساوی ہے

ظاہر ہے کہ موجی حرکت کی شکل میں جو توانائی ایک معین مدت میں خارج ہوتی ہے اس کی مقدار مستقل ہوتی ہے

اس لئے ان دونوں غلافوں میں توانائی مستقل ہے۔

$$\therefore \pi^2 \tau^2 \times \text{ح} = \pi^2 \tau^2 \times \text{ح}$$

$$\text{یا } \frac{\tau^2}{\tau^2} = \frac{\text{ح}}{\text{ح}}$$

$$\text{یا } \frac{\tau^2}{\tau^2} = \frac{\text{مبداء آواز سے } \tau^2 \text{ فاصلہ پر آواز کی حدت}}{\text{مبداء آواز سے } \tau^2 \text{ فاصلہ پر آواز کی حدت}}$$

یعنی کسی مبداء سے جب آواز نکلتی ہے تو اس کی حدت مبداء کے فاصلہ کے مربع کی معکوس نسبت سے بدلتی ہے۔

بول نلی اور آواز (کو تقویت) دینے والا تختہ۔
عکسی مربع کا کلیہ صرف اُس وقت صحیح ہوتا ہے جبکہ آواز کی موج ہر سمت میں یکساں پھیلتی ہے۔ اگر آواز کا مبداء زمین کی سطح سے قریب ہو تو موجیں صرف ایک ہی سمت میں یعنی اوپر کی طرف پھیلینگی۔ چنانچہ جب ایک شخص اونچی سیڑھی پر سے بات کرتا ہے تو زمین پر کھڑا ہوا ایک دوسرا شخص اُس کی آواز کو اس قدر صاف نہیں سن سکتا جیسا کہ زمین پر کھڑے ہوئے شخص کی بات کو سیڑھی پر کھڑا ہوا آدمی سن سکتا ہے۔
عوام الناس اس کی یہ وجہ سمجھتے ہیں کہ ”آواز اوپر چڑھتی ہے“ واضح ہے کہ یہ دلیل معقول نہیں۔ اصل وجہ یہ ہے کہ جب سیڑھی

پر سے آدمی بات کرتا ہے تو اُس کی آواز انتظامی سمت میں اوپر اور نیچے دونوں جانب پھیلتی ہے مگر جب زمین پر کھڑا ہو کر کوئی بات کرتا ہے تو اُس کی آواز صرف اوپر ہی کی طرف پھیل سکتی ہے۔ پہلی صورت میں موجوں کا پورا کرہ بنتا ہے دوسری میں نصف کرہ اس لئے مبداء سے معین فاصلہ پر پہلی صورت



نکل (۳۲)

بول نلی

میں آواز کی حدت نسبتاً کم ہوگی۔ اگر موجوں کو پھیلنے سے قطعاً روکا جائے تو اُن کی روانی سے اُن کی حدت میں نہایت قلیل گھٹاؤ واقع ہوگا۔

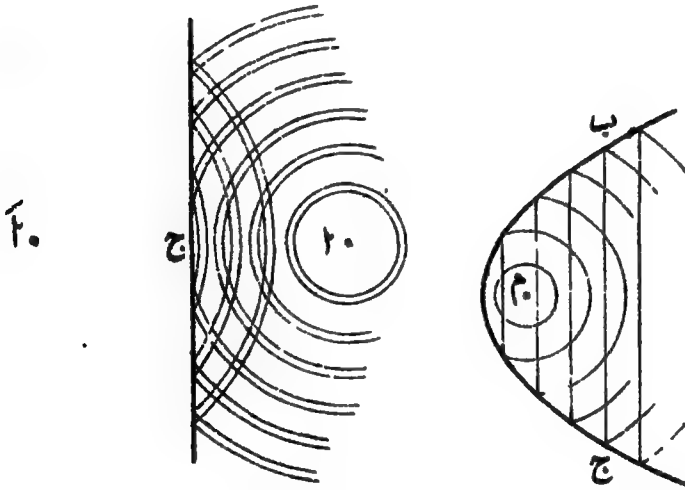
مثلاً ایک لمبی نلی کے سرے پر جب آواز کی پیدائش ہوتی ہے تو آواز نلی کے دوسرے سرے کی طرف بڑھتی ہے لیکن موجیں پھیلنے نہیں پاتیں اور اس لئے نلی کے دوسرے سرے پر کان رکھ کر آواز صاف سُن سکتے ہیں۔ موجوں کی توانائی میں اگر کوئی کمی واقع ہوتی ہے تو محض ہوا اور نلی کی اندرونی سطح کی رگڑ کی وجہ سے ہوتی ہے اور یہ بہت خفیف ہے۔ ایسی نلی کو ”بول نلی“ کہینگے۔ اس کا استعمال اُن جگہوں میں ہوتا ہے جہاں بولنے اور سننے والوں کے مابین فاصلہ کم

ہونے کی وجہ سے ٹیلیفون غیر ضروری ہوتا ہے۔
 جب وسیع عمارتوں میں بڑے مجمع کے سامنے تقریر کی جاتی ہے
 تو مقرر کی آواز دور تک سنائی دینے کے لئے اس کے سر سے
 کچھ اوپر ایک بڑا تختہ مناسب وضع میں آویزاں کیا جاتا ہے
 جب وضع افقی ہوتی ہے تو موجیں اوپر کی طرف پھیل نہیں سکتیں
 ان کی توانائی تقریباً افقی مستوی میں بھٹی جاتی ہے اس لئے دور تک
 آواز صاف سنائی دیتی ہے۔ ایسی صورت میں حدت کو تقریباً
 فاصلہ کے ساتھ عکسی نسبت ہوتی ہے نہ کہ فاصلہ کے مربع کے
 ساتھ۔

آواز کی موجوں کا انعکاس۔ جب تکثیف کی حالت
 میں ہوا کا کوئی حصہ کسی استوار شے مثلاً دیوار سے ٹکراتا ہے تو
 اس کو اپنی اصلی حالت میں واپس آنے کے لئے اپنے عقب
 کے ہوا کے حصہ کو دبا کر پڑتا ہے۔ اس لئے جب تکثیف کی
 موج ایک استوار شے سے ٹکراتی ہے تو اس کے روانی کی
 سمت الٹ جاتی ہے۔ اس کو انعکاس موج کہتے ہیں۔ انعکاس
 مختلف حالتوں میں ممکن ہے۔ لیکن عام طور پر یہ کھا جاسکتا ہے
 کہ جہاں کہیں واسطہ موج میں کسی قسم کا قطع تسلسل
 واقع ہوتا ہے انعکاس پیدا ہوتا ہے۔ آٹھویں باب میں ہم
 دیکھیں گے کہ ایک کھلی نلی کے منہ کے پاس آواز کی موجیں منعکس
 ہوتی ہیں۔

شکل ۲۴ میں اگر ۱ ایک مبداء آواز ہو تو تکثیف و تلطیف

کی کردی موجیں جب اُس سے محل کر ج کے پاس ایک استوار دیوار سے ٹکرائیں گی تو اُن کی سمت الٹ جائیں گی۔ ان موجوں کا ہر ایک حصہ جب دیوار سے ملتا ہے تو دیوار کی عمودی سمت میں اُسکی رفتار کے جزو کی سمت منقلب ہو جاتی ہے۔ انعکاس کے بعد بھی موج کی شکل کردی ہوتی ہے لیکن وہ بجائے مرکز ۱ سے پھیلنے کے مرکز ۲ سے پھیلتی ہوئی نظر آتی ہے۔ ۲ کو ہم اسلئے ۱ کا صوتی خیال کہیں گے۔



شکل (۱۳۳)

شکل (۱۳۵)

تقع مکانی کی شکل کا عاکس

آواز کی موجوں کا انعکاس

منحنی سطح سے انعکاس۔ جب سطح عاکس مستوی ہوتی ہے تو شکل (۱۳۵) سے ظاہر ہے کہ واقع اور منعکس موجوں کا انحناء ایک ہی ہوتا ہے۔ لیکن جب سطح عاکس خود منحنی ہوتی ہے تو واقع اور منعکس موجوں کے انحناء میں اختلاف ہوتا ہے

مثلاً اگر عاکس سطح ب ۱ ج (شکل ۳۵) جسم مکانی کی سطح ہو اور مبداء آواز اُس کے ماسک (م) پر واقع ہو تو انعکاس کے بعد موجوں کی شکل کروی سے مستوی ہو جائیگی۔ نقطہ (م) ایسی عاکس سطح (یا آئینہ) کا ماسک خاص کہلائیگا۔ ایسے دو آئینوں سے آواز کی موجوں کا انعکاس آسانی سے بتایا جاسکتا ہے۔

ایسے دو 'مکانی' عاکس ایک دوسرے کے مقابل (شکل ۱۳۶) کی طرح ہم محور قائم کئے جائیں ان میں سے ایک عاکس کے ماسک (م) پر ایک کمزور آواز کا مبداء مثلاً ایک چھوٹی جیسی گھڑی رکھ دیا جائے پہلے عاکس سے جب موجیں بوئینگے مستوی شکل اختیار کریں گی جب دوسرے عاکس پر انکا انعکاس ہوگا تو ان کی مستوی شکل کروی سے بدل جائیگی اور کرے چھوٹے ہوتے ہوئے مقام (م) پر جو دوسرے عاکس کا ماسک ہے ایک نقطہ پر جمع ہو جائینگے۔ پس اگر م کے پاس ایک چھوٹا قیف م کی جانب منہ کر کے نصب کیا جائے اور اُس کی نلی ربڑ کی ایک مناسب نلی کے سرے میں لگا کر ربڑ کی نلی کے دوسرے سرے (دک) کے پاس کان رکھا جائے تو گھڑی کے چلنے کی آواز صاف طور پر سنائی دیگی۔



شکل (۱۳۶)
'مکانی' عاکسوں کا جوڑ

گوئنج یا صدا - مستوی دیوار پر آواز کی موجیں منعکس ہوتی ہیں تو (روشنی کی طرح) آواز کا "خیال" بنتا ہے مثلاً مقام (ھ) پر اگر کوئی شخص (شکل ۳۷) کھڑا ہو اُس کے پاس نہ صرف مبداء آواز (۱) سے راست موجیں آتی ہیں بلکہ دیوار سے ایک بار منعکس ہو کر (۲) سے بھی آتی ہوئی محسوس ہوتی ہیں۔ عام طور پر (جب دیوار سے فاصلہ قلیل ہوتا ہے) موجوں

کے ان دونوں سلسلوں میں

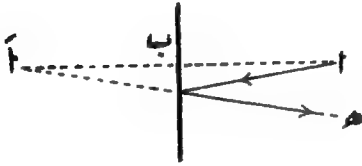
اس قدر کم وقفہ گزرتا ہے

کہ ایک سلسلہ کی آواز

دوسرے سے تمیز نہیں

ہو سکتی۔ معمولی طول و

عرض کے کمرے میں، جسکی



شکل ۳۷

گوئنج یا صدا کی پیدائش

دیواروں، فرش اور چھت کی سطحیں مستوی ہوتی ہیں، انعکاس کا نتیجہ صرف یہی ہوتا ہے کہ آواز کی حدت میں ترقی ہوتی ہے۔

کھلی ہوا میں تقریر کرنے یا گانے کے لئے، بہ نسبت ایک چھوٹے کمرے کے، اسی لئے زیادہ وقت محسوس ہوتی ہے۔

جب مبداء آواز (۱) اور دیوار (ب) کے درمیان فاصلہ ۱ ب اتنا بڑا ہوتا ہے کہ (ھ) کے پاس راست

آنے والی اور منعکس ہو کر آنے والی موجوں میں وقفہ تقریباً

بے ثنائیہ ہے تو آواز، اگر مثل تھالی بجانے کی آواز کے،

یکایک وقوع میں اگر موقوف ہو جاتی ہے، کچھ دیر تک جاری

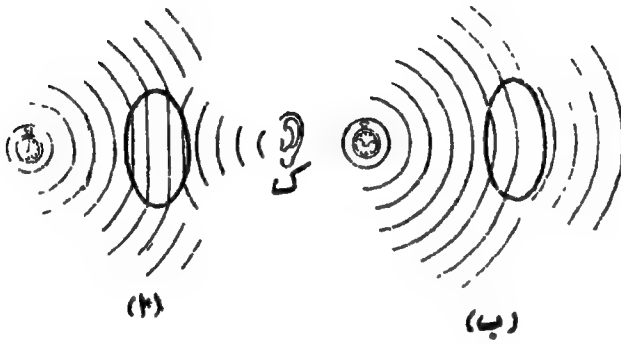
رہیگی۔ جب اس سے زیادہ فاصلہ حاصل ہوتا ہے جسکی وجہ سے دونوں موجوں میں بالفرض $\frac{1}{2}$ ثانیہ وقفہ ہوتا ہے تو دو علیحدہ آوازیں تمیز ہو سکیں گی۔ جب راست، اور انکس کے بعد لوٹ کر، آنیوالی آوازیں وضاحت سے تمیز ہو سکتی ہیں تب ہی بعد کی آواز کو گونج یا صدا کا نام صحت کے ساتھ دیا جاسکتا ہے۔ چونکہ دونوں آوازوں میں $\frac{1}{2}$ ثانیہ وقفہ ہونے کے لئے ۱ سے باتک آنے کے لئے (شکل ۳۷) $\frac{1}{2}$ ثانیہ مدت چاہئے۔ لہذا

$$\frac{2}{\frac{1}{2}} = \text{آواز کی رفتار} = ۳۳۲ \text{ میٹر فی ثانیہ}$$

$$\therefore 2 \text{ ب} = \frac{۳۳۰}{\frac{1}{2}} = ۸۶۳ \text{ میٹر}$$

گونج یا صدا طبعی طور پر مشاہدہ ہوتی ہے۔ چٹانوں کی پہاڑوں کے دامن، جنگلوں یا بڑی عمارتوں سے بھی آواز کا انعکاس ہو کر صدا پیدا ہوتی ہے۔ جب فاصلہ کثیر ہوتا ہے ایک ہی آواز سے کئی صدائیں علی التواتر سنائی دے سکتی ہیں۔ وسیع کمروں میں صدا کا وجود سماعت کے لئے مضر ہوتا ہے۔ گو فاصلہ زیادہ نہ ہونے کی وجہ سے صدائیں ایک دوسرے سے علیحدہ ہو کر سنائی نہ دیتی ہوں تاہم ان کا تسلسل گویا آواز کو غیر ضروری ”طوالت“ دیتا ہے جس کی وجہ سے آواز صاف سنائی نہیں دے سکتی۔ کمرہ جب خالی ہوتا ہے صدا کا اثر زیادہ محسوس ہوتا ہے جب آدمی یا سامان سے بھرا ہوتا ہے اثر کم ہو جاتا ہے۔

آواز کی موجوں کا انعطاف۔ جب کبھی آواز کی موجیں ایک واسطہ سے دوسرے واسطہ میں، جس کی کثافت پہلے واسطہ سے مختلف ہو، داخل ہوتی ہیں، روشنی کی موجوں کی طرح، مڑ جاتی یا منعطف ہوتی ہیں۔



شکل (۳۸)

ضوئی عدسہ

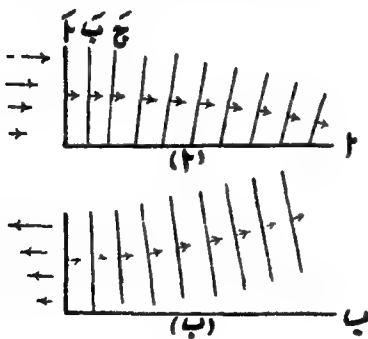
مثلاً عدسہ کی شکل کی ربڑ کی ایک تھیلی میں اگر ہوا سے کثیف تر کوئی گیس جیسے کاربن ڈائی آکسائیڈ بھر دی جائے تو آواز کی موجیں اُس میں جب داخل ہونگی اُن کا انعطاف مدق عدسہ میں سے گزرنے والی روشنی کی موجوں کے انعطاف کے مشابہ ہوگا۔ تھیلی اگر ہوا سے لطیف تر گیس مثلاً ہیڈروجن سے بھری جائے تو آواز کی موجوں کا انعطاف موّسع عدسہ میں سے گزرنے والی روشنی کی موجوں کے انعطاف کا سا ہوگا۔

پہلی صورت میں (دیکھو شکل ۳۸ الف) موجیں ایک ماسک

(رک) پر جمع ہو جائیگی۔ پس اگر مبداء آواز ایک جیبی گھڑی ہو تو ک کے پاس کان رکھ کر سننے سے گھڑی کے چلنے کی آواز صاف سنائی دیگی۔ دوسری صورت میں (شکل ۳۸ ب) ایسا کوئی ماسک (ک) نہیں بل سکتا اس لئے کہ موجوں کا اشعاع عدسہ میں سے گزرنے کے بعد پیشتر سے بڑھ جاتا ہے۔ چلتی ہوا کا اثر آواز کی موجوں پر۔ جب ہوا مبداء

آواز سے سننے والے کی طرف چلتی ہے تو حالت سکون کی بہ نسبت آواز زیادہ صاف سنائی دیتی ہے۔ جب ہوا کے چلنے کی سمت اُس کے برعکس ہوتی ہے تو آواز نسبتاً کم صاف سنائی دیتی ہے۔ اگر ہوا کی ساری کمیّت ایک رفتار سے چلتی تو آواز ایک سمت میں بہ نسبت دوسرے کے زیادہ صاف سنائی دینے کی کوئی وجہ نہ ہوتی۔ صرف آواز کی رفتار پہلی صورت میں بڑھ جاتی اُس کی حدت پر کوئی اثر نہ ہوتا۔ درحقیقت

ہوا کی رفتار سطح زمیں سے مختلف ارتفاعوں پر مختلف ہے۔ جوں جوں ارتفاع بڑھتا ہے رفتار بھی بڑھتی ہے۔ ٹھیک سطح زمین پر ہوا کی رفتار صفر ہوتی ہے۔ (شکل ۳۹) میں ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲



شکل ۳۹

چلتی ہوا کا اثر آواز کی موجوں پر

موجوں پر غور کرو۔ یہاں موجوں

اور ہوا کی روانی ایک ہی سمت میں بتائی گئی ہے۔ زیادہ بلندی پر ہوا کی رفتار زیادہ ہے اس لئے موج کے رخوں کے حصے جو زیادہ بلندی پر واقع ہونگے بہ نسبت کم بلندی کے حصوں کے زیادہ تیز رفتار ہونگے۔ پس موج کے رخ جو ابتداءً اتصالی مستوی وضع رکھتے تھے، جوں جوں آگے بڑھینگے بتدریج سامنے کی طرف بھٹک جائینگے۔ ان کی حرکت کی سمت ہمیشہ ان کی مستوی سطح پر عمود وار رہتی ہے اسلئے ان کا زاویہ میلان سطح زمیں کے ساتھ گھٹتے جائیگا۔ اس لئے مقام ۲ پر اگر کوئی شخص واقع ہوگا اُس کو آواز زیادہ صاف سنائی دیگی بہ نسبت اُس حالت کے جبکہ ہوا ساکن تھی۔ اس کے برعکس جب ہوا آواز کے لئے مخالف سمت میں حرکت کرتی ہے آواز کی موجوں کے رخ بتدریج پیچھے کی طرف بھٹینگے اور انہی روانی زمیں سے اوپر کی جانب ہوگی۔ پس شکل ۳۹ ب میں مقام ب پر جو شخص ہوگا اُس کو آواز اتنا صاف نہ سنائی دیسیکی جتنا ہوا نہ چلنے کی حالت میں سنائی دیتی۔

کرہ ہوائی میں آواز کا انعطاف۔ چونکہ تپش بڑھنے سے آواز کی موجوں کی رفتار بھی بڑھتی ہے اس لئے دو مقاموں کے بیچ میں اگر تپش مختلف ہو تو ایک مقام سے دوسرے مقام کو جاتی ہوئی آواز کی موجوں میں انعطاف واقع ہوگا۔ دن میں کرہ ہوائی کے نیچے کے طبقوں کی تپش اوپر کے طبقوں کی تپش سے زیادہ ہوتی ہے۔

پس شکل ۳۹ ب کی طرح (لیکن دوسری وجہ سے) جوں جوں آواز کی موج آگے کو بڑھتی اس کا رخ اوپر کی طرف ہوتا جائیگا۔ اس لئے آواز زمین سے اوپر کو اٹھتی جائیگی اور مبداء سے کچھ فاصلہ پر اُس کی حدت میں عکسی مرنج کے کلیہ سے بڑھ کر گھٹاؤ واقع ہوگا۔ اس کے برعکس اگر کرہ ہوائی کے نیچے کے طبقوں کی تپش اوپر کے طبقوں سے زائد ہو جیسا کہ اکثر ہوا نہ چلنے کی صورت میں شام کے وقت خصوصاً پانی کی سطح کے اوپر ہوتا ہے آواز کی موجیں شکل ۲۳۹ کی طرح نیچے کی طرف منکس ہو جاتی ہیں۔ ایسی حالت میں دور دور کی آوازیں بھی دن کی بہ نسبت زیادہ صاف اور واضح سنائی دیتی ہیں۔

گرم دنوں میں اکثر گرم ہوا ستونوں کی شکل میں زمین سے اوپر کی طرف اُٹتی ہے۔ اس سے آواز کی موجیں منعطف ہو کر منتشر ہو جاتی ہیں۔ جب ہوا جیسا کہ گہر میں متجانس ہوتی ہے موجوں کی تبلیغ باقاعدہ ہوتی ہے، اس لئے دور دور تک آواز صاف سنائی دیتی ہے۔

ڈوپلر والا اثر۔ ہر کسی کو غالباً اس کا تجربہ ہوگا کہ جب کوئی مبداء آواز، پاس سے تیز رفتار کے ساتھ گزرتا ہے اس کا ظاہری امتداد بدل جاتا ہے۔ مثلاً ریل گاڑی جب کسی شخص کے پاس سے گزرتی ہے اس کے انجن کی سیٹی کے امتداد میں معتد بہ گھٹاؤ پایا جاتا ہے۔ جب انجن سننے والے

سے قریب ہوتا جاتا ہے اُس کی سیٹی سے ہوا میں جو تکثیف و تلمطیف پیدا ہوتی ہے، اس حرکت کی وجہ سے، اپنے سامنے کی تکثیف و تلمطیف سے بہ نسبت سکون کی حالت کے کیس قدر نزدیک تر ہوتی ہے۔ اس لئے سننے والے کے پاس وقتِ معین میں تکثیف و تلمطیف کی کیفیتیں بہ نسبت حالتِ سکون کے زیادہ تعداد میں پہنچتی ہیں۔ اور جب انجن اُس سے دور ہوتا جاتا ہے اس تکثیف و تلمطیف کے تعدد میں اسی قدر کمی محسوس ہوتی ہے۔

فرض کرو شکل ۴۰ الف میں مبداءِ آواز (دق) کا تعدد ارتعاش (د) ہے یعنی اس سے فی ثانیہ ۲۰ موجیں برآمد ہوتی ہیں۔ اگر

آواز کی رفتار (۳۴۰)

ہو تو مبداء سے

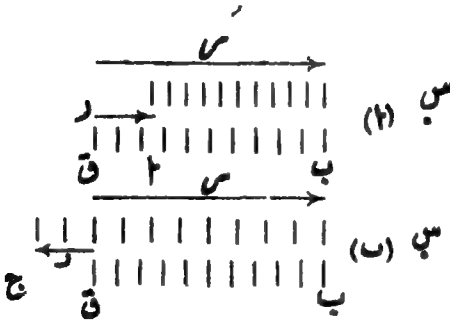
ایک ثانیہ میں

جو موجیں نکلیں گی

اس ثانیہ کے

اختتام پر فاصلہ

ق ب = ۳۴ تک



شکل (۴۰)

ڈوپلر والا اثر

بکچی ہوئی ہوئی۔ اب اگر خود مبداءِ ق کی رفتار (ر) ہو تو ایک ثانیہ کے اختتام پر وہ محل ۲ پر آجائے گا کیونکہ ق ۲ کو (ر) کے مساوی بنایا گیا ہے۔ اس لئے تمام موجیں باستثناء اُنکے

جو پیشتر نکل چکی تھیں، موقعہ (س) پر سے مشاہدہ کرنے والے شخص سے کسی قدر قریب تر ہوئی یہ نسبت اس کے کہ (ق) ساکن ہوتا۔ چونکہ فاصلہ ۲ ب = (س - ر) لہذا فاصلہ (س - ر) میں ت موہیں ہونے کے عوض اب فاصلہ (س - ر) میں ت موہیں ہوئی۔ جس کی وجہ سے طول موج $\frac{v}{f}$ سے $\frac{v}{f'}$ ہو جائیگا۔ یعنی مشاہدہ کرنے والے کو جو ظاہری تعدد ارتعاش (ت) محسوس ہوگا اسکی یہ مساوات ہے:-

$$t = \frac{v}{v - r} = \frac{v}{v - r} \cdot t$$

اگر شکل ۴۰ ب کی طرح مبدا (ق) کی رفتار مخالف سمت میں ہوتی مقام س سے مشاہدہ کرنے والے کو آواز کا ظاہری تعدد t یہ محسوس ہوتا:-

$$t = \frac{v}{v + r} \cdot t$$

پس جب کوئی مبدا آواز کسی شخص کی طرف حرکت کرتا ہے تو آواز کا امتداد بظاہر بلند ہو جاتا ہے۔ اور جب مبدا اُس سے دور ہوتا جاتا ہے تو امتداد میں پستی محسوس ہوتی ہے۔ مشق - ایک ریل گاڑی ۷۲ کیلو میٹر فی ساعت کی رفتار سے ایک شخص کی جانب آرہی ہے اور انجن مسلسل سیٹی دے رہا ہے۔ آواز کی رفتار ۳۳۳ میٹر فی ثانیہ مان کر دریافت کرو

اُس شخص کو سیٹی کے امتداد میں نسبتاً کیا تغیر محسوس ہوگا جبکہ گاڑی اُس سے آگے بڑھ جائیگی ؟
فرض کرو سیٹی کے سر کا حقیقی تعدد t ہے ۔

گاڑی سننے والے آدمی کے پاس آتے وقت ظاہری تعدد = $t \frac{v}{v - u}$

اور " " " " سے جاتے " " " " = $t \frac{v}{v + u}$

پس دونوں امتدادوں میں 'تغیر' یعنی بعد = $t \frac{v}{v - u} \times \frac{1}{2} \times \frac{v}{v + u}$

$$= \frac{v^2 - u^2}{v^2 - u^2} = 1$$

چونکہ $v = 333$ میٹر فی ثانیہ اور $u = \frac{42000}{40 \times 60} = 20$ میٹر فی ثانیہ

∴ امتدادوں میں 'تغیر' یا بعد = $\frac{20 + 333}{20 - 333} = \frac{353}{-313} = 1.128$

ڈوپلر والے اثر کے لئے عام 'جملہ' - واضح ہے کہ

سامع کی حرکت اور نیز ہوا کے چلنے سے بھی سر کے ظاہری امتداد پر اثر پڑیگا۔

فرض کرو مبداء کی طرح ہوا بھی سامع

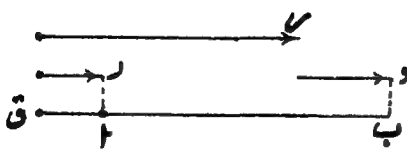
کی طرف چل رہی ہے اور اسکی رفتار

فی ثانیہ (د) ہے اسی صورت میں جو میں

مبداء سے ایک ثانیہ میں نکلیں گی اس ثانیہ

کے اختتام پر فاصلہ $2d$ پر پھیل جائیگی جو

$v + d$ کے مساوی ہے۔ دیکھو شکل ۴۱۔



شکل (۴۱)

ڈوپلر والے اثر کے توضیح کے لئے جبکہ مبداء متحرک ہو

پس طول موج $\frac{r-d+r}{r}$ کی نسبت سے بدلے گا اور سامع کو (جو ساکن تصور کیا جاتا ہے) سُر کا ظاہری امتداد t سے $\frac{r-d+r}{r}$ میں بدلا ہوا محسوس ہوگا۔

اب فرض کرو سامع کو حرکت ہے۔ اگر ہوا نہ چلتی ہوئی اور سامع حالت سکون ہوتا تو موجیں جو فاصلہ $s = \frac{r-d+r}{r}$ پر بھیجتی ہوتیں (دیکھو شکل ۴۲)



ایک ثانیہ میں سامع کے پاس سے گزرتیں۔ لیکن ان حرکت کی وجہ سے، فی الحقیقت،

فاصلہ d ج پر

شکل ۴۲

یعنی $s + d - r$ پر جو ڈوپلر والے اثر کے لئے جبکہ سامع متحرک ہو موجیں پھیلی ہوئی ایک ثانیہ میں سامع کے پاس سے گزریں گی۔ یہاں d سے مراد سامع کی رفتار ہے۔ اس لئے ہوا اور خود سامع کی حرکت کی وجہ سے تعدد $\frac{r-d+r}{r}$ کی نسبت سے بدل جائیگا۔

پس امتداد کا کامل تغیر سامع اور مبداء دونوں کی حرکت کی وجہ سے، حسب ذیل ہوگا:

$$\frac{r-d+r}{r-d+r} = \frac{s}{r-d+r} \times \frac{r-d+r}{r}$$

یعنی اگر حقیقی تعدد ارتعاش t ہے تو ظاہری تعدد

$$t \frac{r-d+r}{r-d+r} \text{ ہوگا}$$

جب ر اور ب دونوں صفر ہوتے ہیں یا دونوں کی قیمت اور علامت ایک ہی ہوتی ہے یعنی مبداء اور سامع یا تو ساکن ہوتے ہیں یا دونوں کی اضافی رفتار صفر ہوتی ہے تو مصرعہ بالا کسرا ہو جاتی ہے۔ جس سے یہ نتیجہ ماخوذ ہوتا ہے کہ جب تک سامع اور مبداء کی اضافی رفتار کچھ نہ ہو محض ہوا کے چلنے سے سر کے امتداد میں تغیر نہیں پیدا ہوتا۔ مہذا چونکہ علی العموم ہوا کی رفتار آواز کی رفتار کے مقابلہ میں بہت کم ہوتی ہے ظاہری امتداد کی قیمت $\frac{r}{c} - \frac{r}{c}$ لی جاسکتی ہے۔

[زائد مضمون منجانب مترجم - صفحہ ۲۷ پر آواز کی سماعت سے متعلق متوفی لارڈ ریلے کے ایک تجربہ کا مختصر ذکر ہوا تھا۔ اب ہم اس کو زیادہ تفصیل سے بیان کرتے ہیں۔ صفحہ ۸۱ پر پانی کی موجوں کے سلسلے کی توانائی کے لئے جملے لکھے گئے تھے۔ تجربہ زیر بحث کی توضیح کیلئے اس کے جاننے کی ضرورت ہے کہ آواز کی موج کی اکائی تراش عمودی میں سے فی اکائی وقت کس قدر توانائی گزرتی ہے۔ اس کو ہم موجی حرکت کی مساوات سے راست ماخوذ کر لیتے ہیں۔ صفحہ ۵۵ پر جو مساوات دریافت ہوئی ہے ذرا سی تبدیلی کے ساتھ اس شکل میں لائی جاسکتی ہے:-

$$P = \frac{1}{2} \rho v^2 \left(\frac{a}{r} \right)^2$$

جسمیں (د) سے مراد زادیئی رفتار (ط) سے مراد حیطہ ارتعاش اور (ر) سے مراد موج کی رفتار ہے۔ موج کے اکائی جسم یعنی اُس کی روانی کی سمت میں اکائی تراش عمودی اور اکائی طول کے حصّہ پر غور کرو۔ فرض کرو مقام (لا) پر بوقت (و) موج کے اکائی جسم کی مجموعی توانائی (ت) ہے اور اس کے بالحرکت اور بالقوۃ اجزاء (ح) اور (ق) ہیں۔ چونکہ $ح = \frac{1}{2} \times (رفتار)^2$ اور رفتار کی قیمت $\frac{فرق}{خود}$ یعنی $ط$ ، جسم (و) $(\frac{لا}{ر})$ ہے۔

اس لئے $ح = \frac{1}{2} \times ط^2 \times (و) \times (ج) \times (ر)$

جسمیں (تہ) موج کے واسطہ کی کثافت ہے۔ واسطہ بالفرض کوئی گیس تصور ہو سکتا ہے۔

لیکن مرتعش اجسام کی توانائی بالحرکت اور توانائی بالقوۃ کا مجموعہ مستقل ہوتا ہے اور جب ایک قسم کی توانائی کی قیمت اعظم ہوتی ہے تو دوسری قسم کی توانائی صفر ہو جاتی ہے۔ اس لئے (ح) کی اعظم قیمت سے ح اور ق کے مجموعہ کی یعنی پوری توانائی کا پتہ چلتا ہے۔ لہذا

$$ت = ح = \frac{1}{2} \times ط^2 \times (و) \times (ج) \times (ر)$$

لہذا $ق = ت - ح = \frac{1}{2} \times ط^2 \times (و) \times (ج) \times (ر) \times \left\{ 1 - \left(\frac{لا}{ر} \right)^2 \right\}$

اور موج کی توانائی فی اکائی تراش عمودی فی طول موج $= \frac{1}{2} \times ط^2 \times (و) \times (ج) \times (ر) \times \left\{ 1 - \left(\frac{لا}{ر} \right)^2 \right\}$

لیکن واضح ہے کہ طول موج لہ وہ فاصلہ ہے جو موج ایک کامل دور کی مدت یعنی وقت دوران (د) میں طے کرتی ہے پس فی اکائی تراش عمودی فی اکائی وقت توانائی کے بہاؤ کی شرح موج کی روانی کی سمت میں

$$\frac{1}{4} \text{ لہ ط } \frac{1}{4} = \frac{1}{4} \text{ لہ رط } \frac{1}{4} \text{ ہے}$$

جو (لا) اور (د) دونوں کے غیر تاج ہے۔

لارڈ ریلے نے اولف کی بوتل پر ایک سیٹی چڑھا کر اسیں منہ سے یکجاں دباؤ کے ساتھ ہوا پھونکنے کا اہتمام کیا۔ دباؤ کی پیمائش پانی کے ۹.۵ سم اونچے ایک اسطوانے سے ہوتی تھی۔ اس سطح سیٹی بجانے سے معلوم ہوا کہ دونوں جانب ۸۲,۰۰۰ سم فاصلہ تک آواز بغیر کوشش کے سنائی دیتی تھی۔ تجربہ خانہ میں عمل کر کے دریافت کر لیا گیا کہ اس دباؤ پر ہوا کی رفتار فی ثانیہ ۱۹۶ ملب سم تھی۔ لہذا سیٹی میں جو توانائی صرف ہوئی

$$\text{ت} = ۱۹۶ \times ۹ \frac{1}{4} \times ۹۸۱ \text{ ارگ فی ثانیہ تھی۔}$$

پس اس شرح سے توانائی ایک نصف کرہ کی سطح میں سے گزرتی تھی جس کا مرکز سیٹی تھی (جو زمین پر واقع تھی) اور جس کا نصف قطر ۸۲,۰۰۰ سم تھا۔ اگر اس سطح پر آواز کی موج کا محیط ارتعاش (ط) ہو تو فی اکائی تراش عمودی فی اکائی وقت توانائی کے بہاؤ کی شرح

۱/۲ نہ ط ۲ ر ہے

اس جملہ میں (نہ) سے مراد ہوا کی کثافت ہے جو تقریباً
۰.۰۰۱۳ کے مساوی شمار کی جاسکتی ہے۔

$s = (\pi^2) \times$ تعدد ارتعاش - تجربہ زیر بیان میں تعدد ارتعاش ۲۶۳۰ فی ثانیہ تھا۔
ر = آواز کی رفتار جس کی قیمت اس تجربہ میں ۳۴۱۰۰ سم فی ثانیہ تھی۔
پس اس نصف کرہ کی پوری سطح پر توانائی کا بہاؤ فی ثانیہ

$$= \{ (\pi^2) \times (۸۲۶۰۰۰)^2 \} \times \frac{1}{2} \times ۰.۰۰۱۳ \times ط^2 \times (۲۶۳۰ \times ۳۴۱۰۰) \times ۳۴۱۰۰$$

$$= ۹۸۱ \times ۹۶۵ \times ۱۹۶ =$$

مساوات کو حل کرنے سے ط یعنی اقل مسموع آواز کا
حیطہ ارتعاش $= ۸۶۱ \times ۱۰^{-۸}$ سم برآمد ہوتا ہے۔

ط کے معلوم ہو جانے سے اس مقام پر آواز کی موج
کی روانی سے ہوا کے مرتعش ذروں کی اعظم رفتار یعنی
(ط ر) کی تعیین ہو سکتی ہے۔ حساب کرنے سے یہ اعظم رفتار
۰.۰۰۱۴ سم فی ثانیہ پائی جاتی ہے۔

$$\text{معہذا ہوا کے ذروں کی اعظم کثافت} = \frac{\text{انکی اعظم رفتار}}{\text{آواز کی رفتار}} = \frac{۸۶۱ \times ۱۰^{-۸}}{۳۴۱}$$

تجربہ کی ترتیب پر غور کرنے سے واضح ہوگا کہ سیٹی بجانے
میں جو توانائی صرف ہوئی تھی سب کی سب آواز کی توانائی
میں تبدیل نہیں ہوتی ہے۔ پس ط کی جو قیمت اوپر شمار
ہوئی ہے درحقیقت کس قدر زیادہ ہے۔

لارڈ ریلے نے ایک دوسرے طریقہ سے سر پیدا کرنے کا

دو شاخہ استعمال کر کے (ط) کی قیمت دریافت کی تھی۔ طوالت کے خوف سے صرف تجربہ کے نتائج لکھ دئے جاتے ہیں:

ط کی قیمت $10 \times 15 \times 24 = 3600$ سم دریافت ہوئی

اور ہوا کے ذرات کی اعظم کثافت $10 \times 9 = 90$ [

چوتھے باب کی مشقیں

- (۱) - ہوا کی رفتار آواز میں کس طرح ٹاپی جاسکتی ہے ؟
- کیا آواز کی رفتار ہوا میں (۲) تپش کی تبدیلی سے (ب) دباؤ کی تبدیلی سے متاثر ہوتی ہے ؟
- اگر ہوتی ہے تو کیونکر ؟ (اکبرج سینیر لوکل)
- (۲) - دو مجوزہ مقام کے درمیان تجربے کر کے ہوا میں آواز کی رفتار کیسے دریافت کی جاسکتی ہے ؟
- ایک دھانی جہاز ایک چٹان کی طرف جاتے ہوئے سیٹی بجاتا ہے۔ اور گونج دس ثانیہ بعد سنائی دیتی ہے۔ اس کے پانچ منٹ بعد سیٹی بجنے اور اُس کی گونج سنائی دینے کے بیچ میں ۸ ثانیہ وقفہ گزرتا ہے۔ بتاؤ جہاز اب چٹان سے کس فاصلہ پر ہے اور اُس کی رفتار کیا ہے۔ (آواز کی رفتار

ہوا میں ۱۱۲۰ فٹ فی ثانیہ فرض کرو)
 (۳) - سمجھاؤ کیوں آواز (۱۲) پانی کی سطح پر بہ نسبت
 خشکی کے (ب) ہوا کے چلنے کی سمت میں بہ نسبت
 اُس کی مخالف سمت سے ، زیادہ دور تک
 سنائی دیتی ہے -
 (ا) - (ی) -

(۴) - جب سپاہی قطار باندھ کر بھرتی ہوئی
 بینڈ کے پیچھے چلتے ہیں اور اُس کی آواز پر کاں رکھ کر
 قدم جمانے ہیں تو دوسرے آدمیوں کو ایسا دکھائی
 دیتا ہے کہ سب سپاہی قدم ملکر نہیں رکھتے -
 بتاؤ اس کی کیا وجہ ہے -

کیا اُن سب کے قدموں کی آواز قطار کے (۱) آگے
 (ب) پیچھے کے کسی شخص کو ملی ہوئی سنائی دیگی ؟ وجہ
 کے ساتھ جواب لکھو -
 (ا) - (ی) -

(۵) - ہوا میں آواز کی رفتار کی تعیین کیسے ہو سکتی
 ہے بیان کرو - دو متوازی چٹانوں کے درمیاں
 کھڑا ہو کر ایک شخص بندوق فیر کرتا ہے -
 اُس کو ایک گونج ۱/۲ ثانیہ کے بعد سنائی دیتی ہے -
 دوسری ۲/۳ ثانیہ بعد اور تیسری ۴ ثانیہ بعد -
 سمجھاؤ یہ گونج کی آوازیں اُس تک کس طرح پہنچتی
 ہیں اور دونوں چٹانوں کے بیچ میں کیا فاصلہ ہے ؟
 آواز کی رفتار ہوا میں ۱۱۲۰ فٹ فی ثانیہ

ماؤ۔

(ل-ی۔)

(۶) ایک جگہ جہاں ریل کی سڑک زمین کو کاٹ کر نکالی گئی ہے ایک شخص کھڑا ہو کر اپنی طرف آنیوالی ایک ریل گاڑی کی سیٹی سنتا ہے تو اس کو علیحدہ علیحدہ امتداد کے دو سُر سنائی دیتے ہیں ان میں سے ایک سُر ایک پل سے جو گاڑی کے پیچھے واقع ہے، آواز کا انعکاس ہونے سے پیدا ہوتا ہے۔ بتاؤ کیوں سروں کے امتداد میں اختلاف ہے اور اس کا سطح شمار ہو سکتا ہے۔

(ل-ی۔)

(۷) ایک طریقہ بیان کرو جس سے ہوا میں آواز کی رفتار کی تعیین ہوئی ہے۔ ہوا کے چلنے سے اس تعیین میں جو خطا پیدا ہوتی ہے اُس کو کیوں ساقط کر سکتے ہیں سمجھاؤ۔

(۸) کسی گیس میں آواز کی تبلیغ کی رفتار کے لئے ایک جملہ اخذ کرو۔ ہیڈروجن گیس میں ۱۰۰ مٹی پر آواز کی رفتار کو، ہوا میں صفر درجہ مٹی پر کی رفتار سے کیا نسبت ہے تقریبی طور پر دریافت کرو۔ (کلید مدراس)

(۹) کھلی ہوا میں آواز کی رفتار کس طرح دریافت ہوئی ہے؟

سپاہی جب قطار باندھ کر بختی ہوئی بینڈ کے پیچھے چلتے ہیں تو دیکھنے والے کو ہمیشہ ایسا معلوم ہوتا ہے کہ

سب صفوں کے قدم ٹکڑ نہیں اٹھتے بلکہ ان کے اوقات میں خفیف سا فرق ہوتا ہے۔ بتاد اس کی کیا وجہ ہے۔ اگر فی دقیقہ سب صفیں ۱۳۰ بار قدم رکھتی ہیں اور آخری صف کے قدم اور پہلی صف کے قدم میں بظاہر ایک کامل قدم کی مدت کا فرق معلوم ہوتا ہے (یعنی جب پہلی صف کا سیدھا قدم پڑتا ہوا نظر آتا ہے تو آخری کا بایاں) تو دریافت کرو قطاروں کا طول کیا ہوگا۔

آواز کی رفتار ہوا میں ۱۱۲۰ فٹ فی ثانیہ بجائے۔ (ل-ی)۔
(۱۰)۔ ہوا میں آواز کی رفتار دریافت کرنے کا کوئی طریقہ بیان کرو۔

ایک انجن ایک سڑک کی طرف جس کے اوپر ایک چٹان واقع ہے، جاتے ہوئے چٹان سے آدھے میل فاصلہ پر ایک مختصر سی سیٹی دیتا ہے۔ گونج کی آواز $\frac{1}{4}$ ثانیہ بعد انجن کے پاس لوٹ کر آتی ہے۔ آواز کی رفتار ۱۱۰۰ فٹ فی ثانیہ مان کر انجن کی رفتار شمار کرو۔ (ل-ی)۔

(۱۱)۔ ڈوپلر والے اثر سے کیا مراد ہے؟
آواز کا ایک مبدا، رفتار (د) کے ساتھ ایک شخص کی طرف جو ایک ہی جگہ کھڑا ہوا ہے حرکت کرتا ہے۔ واسطہ مابین میں آواز کی رفتار کو (س) فرض کر کے سر کے ظاہری امتداد کو جو اُس شخص کو محسوس ہوگا حقیقی

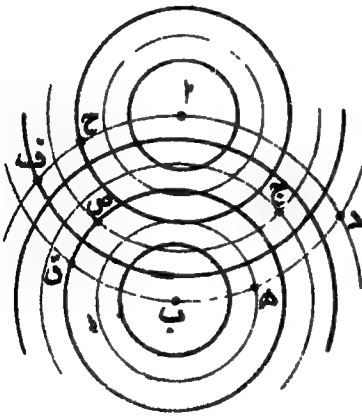
امتداد سے کیا نسبت ہوگی دریافت کرو۔
 یہ بھی ثابت کرو کہ جب آواز کا مبداء ایک جگہ
 ٹھہرا رہتا ہے اور شخص اُس کی طرف حرکت کرتا
 ہے تو ظاہری اور حقیقی امتدادوں میں نسبت
 پہلی نسبت کے متماثل نہیں ہوتی ہے۔
 (ل-ی-ا)



پانچواں باب

تداخل - گمک

اصول تداخل - آواز کے دو مبداء جن کا تعدد ارتعاش ایک ہے جب ایک دوسرے کے قریب واقع ہوتے ہیں یا جب کبھی ایک ہی تعدد کے دو موجوں کے سلسلے ایک دوسرے پر منطبق ہوتے ہیں، واسطہ ہر مقام



پر دونوں موجوں کے حاصل کے زیر اثر رہیگا۔ پانی کی سطح پر موجیں بنا کر یا پارے کی سطح پر لہریں تیار کر کے اسکی بخوبی توضیح کی جا سکتی ہے۔

فرض کرو شکل ۴۳ میں سطح مائع پر ۲ اور ب دو نقطے

اہتزاز کی حرکت میں ہیں اور ان کی ہمتیں ہمیشہ

شکل (۴۳)

لہروں کے دو سلسلوں کے تداخل کی توجیہ کیئے

ایک ہوتی ہیں۔ ان دونوں نقطوں سے موجیں دائروں کی شکل میں باہر کی طرف پھیلینگی۔ امتیاز کی غرض سے آج موٹی لکیر کھینچ کر بتائے گئے ہیں اور حسیض باریک لکیر کھینچ کر مقررہ آن میں (جس کے لئے شکل ۴۳ بنائی گئی ہے) ج ڈکھ وغیرہ نقطوں پر دونوں مبداءوں کی وجہ سے حسیض کی حالت ظاہر ہوگی۔ انہی مقاموں پر نصف دوری مدت بعد ہر دو مبداء آج کی حالت پیدا کریں گے۔ پس یہ وہ مقام ہیں جہاں مائع کی حرکت بہت زیادہ ہوگی۔ ع، ف، ص اور ق وغیرہ نقطوں پر جب ایک مبداء سے آج پیدا ہوگا اُسی وقت دوسرے مبداء سے حسیض پیدا ہوگا۔ پس اگر دونوں مبداءوں کی حرکت ایک جدت کی ہو تو ان مقاموں پر حرکت صفر ہوگی۔ اور وہ ہمیشہ حالت سکون میں رہیں گے۔

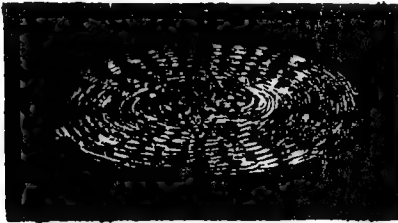
اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ بعض مقاموں پر دونوں مبداءوں کی موجیں ایک دوسرے کی تائید کرتی ہیں اور دوسرے مقاموں پر مخالفت۔ جہاں تائید ہوتی ہے وہاں حرکت بہت بڑھ جاتی ہے اور جہاں اختلاف ہوتا ہے وہاں بہت کم ہو جاتی ہے۔ اسی کیفیت کا نام

تداخل رکھا گیا ہے

شکل ۴۴ میں پایے

کی سطح پر لہروں کا تداخل

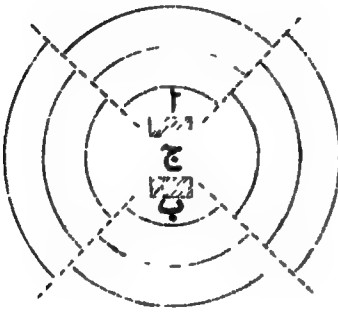
بتایا گیا ہے۔ سر کے



شکل ۴۴
پارے کی لہروں کا تداخل

دو شاخے کی دونوں شاخوں سے دو باریک تار باندھ کر اُٹکے
 'آزاد' سرے پارے میں ڈبوئے گئے اور دو شاخہ مرتعش کیا
 گیا تو یہ کیفیت پیدا ہوئی۔

سُر کے دو شاخہ کی موجوں کا تداخل تکلیف و تلطیف
 کی موجوں کا تداخل بھی بتایا جاسکتا ہے لیکن اس کی عملی



ترتیب چنداں سہل
 نہیں۔ ایک مرتعش دو
 شاخہ پر اگر غور کیا جائے
 تو معلوم ہوگا کہ جب
 شاخیں ایک دوسرے
 سے بعید ہوتی ہیں تو
 ۲ اور ب (دیکھو شکل ۴۵)

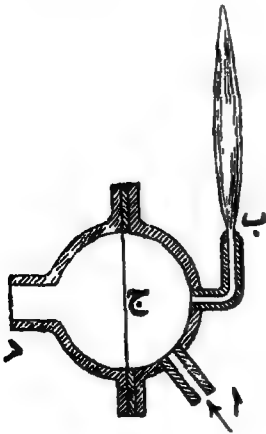
شکل (۴۵)

سُر کے دو شاخہ کی موجوں کا تداخل

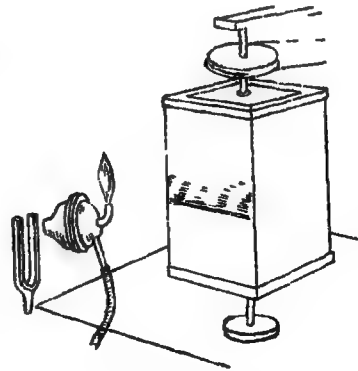
کے پاس تکلیف پیدا
 ہوتی ہے اور ج کے
 پاس (جو شاخوں کے مابین ہے) تلطیف۔ جب شاخیں قریب
 ہوتی ہیں تو ج کے پاس تکلیف اور ۱ اور ب کے پاس
 تلطیف واقع ہوتی ہے۔ پس ۱ اور ب سے جو موجیں
 اٹھتی ہیں ان کی ہئیت ہمیشہ ج سے اٹھنے والی موج کی
 ہئیت کے مخالف ہوتی ہے۔ شکل ۴۵ میں یہ موجیں
 دائری قوسوں کی شکل میں بتائی گئی ہیں۔ شکل کو غور سے
 دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ دو شاخہ کے سُر کے پاس سے

جو چار نقطہ دار خط کھینچے گئے ہیں ان پر موجوں کے متداخل سے ہوا کی کثافت غیر متغیر رہتی ہے اس لئے یہاں سکوت پایا جائیگا۔

ان نقطہ دار خطوط کے کسی مقام پر بھی اگر کسی وقت ۲ یا ب سے تکلیف کی حالت پیدا ہوتی ہے تو اسی وقت وہاں ج سے تلطیف کی حالت بھی آجاتی ہے۔ اس لئے وہاں کثافت میں تغیر ہونے نہیں پاتا۔ اگر دو شائعہ کو مرتعش کر کے کان کے قریب اس کے محور پر اس کو ہاتھ سے گھمایا جائے تو کبھی آواز بلند محسوس ہوگی اور کبھی مدہم جب کان نقطہ دار خط پر واقع ہوتا ہے تو آواز مدہم ہو جاتی ہے۔ فشار پیمائی شعلہ - ہوا کی تکلیف سے جو موجیں بنتی ہیں انکی شناخت کیلئے فشار پیمائی شعلہ بہت مفید ہوتا ہے۔ ایک چھوٹے اور بند کمرے میں گیس نلی ۲ کے ذریعہ سے داخل ہو کر (شکل ۱۴۶) نوکدار نلی با میں



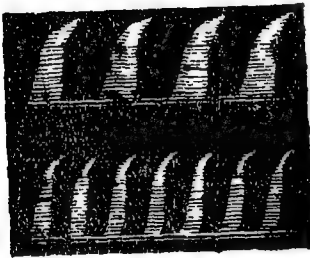
شکل ۱۴۶
فشار پیمائی شعلہ



شکل ۱۴۷
گھومتا آئینہ فشار پیمائی شعلہ دیکھنے کیلئے

سے خارج ہوتی ہے۔ یہاں اس کو سلگہانے سے ایک اونچا پتلا شعلہ نکلتا ہے۔ کمرے کے ایک جانب برٹر کی جہلی ج سے حصار باندھی گئی ہے۔ آواز کی موجیں د کے پاس کمرے میں داخل ہوتی ہیں اور دباؤ کے تغیر سے جہلی ج اپنے طبعی مقام سے اندر باہر ہٹتی ہے جس کی وجہ سے گیس کے دباؤ میں تبدیلی واقع ہوتی ہے اور اُس کی مناسبت سے شعلہ اونچا نیچا ہوتا ہے۔ شعلہ کا خیال، گھومتے ہوئے آئینہ میں اگر دیکھا جائے تو آواز جاری رہنے تک خیال دندانہ دار نظر آئیگا (شکل ۴۷)۔ اور ان دندانوں کی نوعیت سے آواز کی موجوں کی کیفیت کے متعلق صحیح پتہ چلیگا۔

شکل (۴۸) میں شعلہ کی چند معمولی شکلیں بتائی گئی ہیں۔

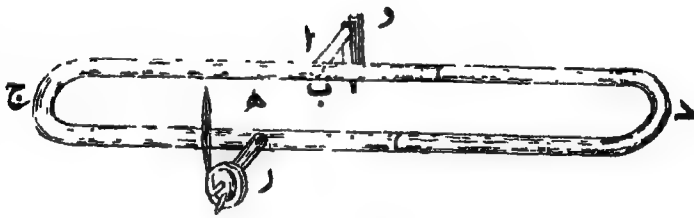


اگر نلی کو دہیا پھونکنے سے شعلہ کی جو شکل دکھائی دیتی ہے شکل ۱ میں بتائی گئی ہے اُسی نلی میں زیادہ زور سے پھونک کر تعدو کو دوہرانے سے جو شکل بنتی ہے ب کے ذریعہ بتائی گئی ہے۔

شکل (۴۸)

نثار بیما شعلے گھومتے ہوئے آئینہ میں اگر دیکھے جائیں

نلی کے دو شاخوں میں سے گزرنے کے باعث آواز کا تداخل - شکل (۴۹) میں کیقدر اونچے سُر کا ایک دو نشانہ (د) ایک نلی ۲ ب کے منہ ۲ کے سامنے رکھا گیا ہے - پچکاؤ کی موجیں نلی آبا میں سے ہو کر ج ب د نلی میں داخل ہوتی ہیں - (ب) کے پاس اُن کی دو ہتھوں میں تقسیم ہوتی ہے ایک حصہ ب ج سے گزرتا ہے دوسرا ب د سے - پھر یہ دونوں حصے (ھ) کے پاس ملکر ھ ز نلی میں سے ہوتے ہوئے (ز) کے پاس فشار پیمائی شعلہ پر اپنا اثر ظاہر کرتے ہیں - نلی کا (د) والا حصہ باقی دوسرے حصہ کے اندر کچھ داخل ہے جس کی وجہ سے راستہ ب د ھ کا طول گھٹ بڑھ سکتا ہے - اگر ب ج د اور ب د ھ ایک ہی طول کے راستہ ہوں تو موجوں کو (ب) سے (ھ) تک آنے میں دونوں راستوں سے مساوی وقت صرف ہوگا



شکل (۴۹)

آواز کا تداخل دو شاخی نلی کے ذریعے

اس لئے ھ کے پاس اُن کی ہتھیں ہمیشہ ایک ہونگی -

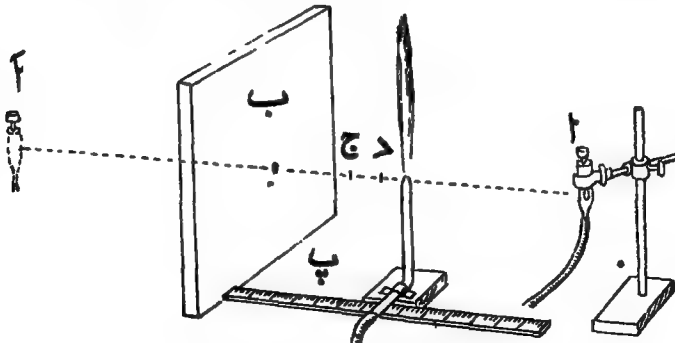
اور ان کی باہم دیگر تائید سے فشار بیجائی شعلہ پر معتد بہ اثر پڑے گا۔ اس کے برعکس اگر (د) کو کھینچ کر ب د ہ والا راستہ ب ج ہ سے نصف طول موج زیادہ لمبا بنایا جائے تو ایک راستہ سے جسوقت (ذ) کے پاس تکثیف کی حالت وارد ہوگی دوسرے راستہ سے تلطیف کی حالت پہنچ کر اس کے اثر کو زائل کر دیگی۔ پس فشار بیجائی شعلہ پر کسی قسم کا اثر نہ پڑیگا اور وہ خاموش جلتا رہیگا۔ (د) کو اور آگے کھینچنے سے ایک ایسی وضع پیدا ہو سکتی ہے کہ ب د ہ والا راستہ ب ج ہ سے ایک سالم طول موج لمبا ہو جاتا ہے۔ تب دونوں موجیں (ذ) کے پاس ایک ہی ہئیت میں پہنچیں گی جس سے شعلہ پھر بھڑک جائیگا

پس ایسے متعدد مقاموں کا ایک سلسلہ دریافت ہو سکتا ہے کہ اگر (د) وہاں واقع ہو تو شعلہ خاموش جلتا ہے اور دوسرے مقاموں کا ایک اور سلسلہ ایسا ہے کہ جب (د) وہاں ہوتا ہے تو شعلہ بھڑک اٹھتا ہے۔ پہلے سلسلے کے مقام ایسے ہیں کہ ب د ہ والا راستہ ب ج ہ والے راستہ سے بالترتیب بقدر $\frac{1}{2}$ ، $\frac{3}{2}$ ، $\frac{5}{2}$ وغیرہ بڑا ہوتا ہے۔ دوسرے سلسلے کے مقام ایسے ہیں کہ اول الذکر راستہ آخر الذکر سے بقدر صفر، $\frac{1}{2}$ ، $\frac{3}{2}$ وغیرہ بڑا ہوتا ہے۔ لہٰذا یہاں آواز کا طول موج ہے۔ واضح ہے کہ ان مقاموں کی

کی تعین کے بعد اُن کے درمیانی فاصلوں کو ناپنے سے طول موج لہ کی قیمت دریافت ہو سکتی ہے۔

تداخل کے ذریعہ اونچے سر کے امتداد کی تعین۔

اونچے سر سے حساس شعہ متاثر ہوتا ہے۔ اور اس سے تداخل کی شناخت ہو جاتی ہے۔ بطور مبداء آواز گالٹن کی سیٹی (۱) یکساں دباؤ کے ساتھ (ہوا کی معمولی گیس کی ایک تھیلی میں جمع کر کے دبا کر) بجائی جائے۔ دیکھو شکل (۵۰)۔ سیٹی مکرے کی ایک دیوار یا کسی وسیع تختہ (ب) سے جس کی وضع انتصابی ہو تقریباً ایک میٹر دور ہونی چاہئے۔ آواز کی موجیں ۲ سے نکلا کر ب سے منعکس ہوتی ہیں اور اس طرح پلٹ کر آتی ہیں گویا ان کا مبداء ۲ کا خیال ہے۔ اگر فاصلہ ا ج اور آ ج میں تفاوت ایک (یا کوئی اور صحیح عدد) کا مل طول موج ہے تو راست جانیوالی اور لوٹ کر آنیوالی موجیں ایک دوسرے کی تائید کرتی ہیں۔ پس اگر حساس



(شکل ۵۰)
امتداد کی تعین حساس شعلے کے ذریعہ سے

شعلہ اس مقام پر رکھا جائے تو زور سے شور کرے گا۔ اگر دوسرے مقام (۵) پر رکھا جائے ایسا کہ Δ اور Δ فاصلوں میں نصف طول موج کے کسی طاق عدد کا تفاوت ہے تو وہاں یعنی (۵) پر راست جانیوالی اور واپس لوٹ جانیوالی موجیں ایک دوسرے کو تلف کر دیں گی اور حسّاس شعلہ خاموش جلیگا۔ اس طور پر شعلہ کے خاموش اور شور کے ساتھ چلنے کے مقاموں کا ایک ایک سلسلہ دستیاب ہوگا۔

$$\text{چونکہ } \Delta \text{ ج} - \Delta \text{ ج} = \Delta \text{ لہ}$$

$$\text{اور } \Delta \text{ ج} - \Delta \text{ ج} = \Delta \text{ لہ} = \Delta \text{ لہ} + \Delta \text{ لہ}$$

$$\therefore (\Delta \text{ ج} - \Delta \text{ ج}) + (\Delta \text{ ج} - \Delta \text{ ج}) = \Delta \text{ لہ}$$

$$\text{یعنی } \Delta \text{ ج} = \Delta \text{ ج}$$

$$\therefore \Delta \text{ ج} = \Delta \text{ ج}$$

پس شعلہ کے خاموش چلنے کے مقام اور اس سے قریب ترین شور کے ساتھ چلنے کے مقاموں میں پاؤ طول موج کا فاصلہ ہے۔ اسلئے دو قریب ترین خاموشی کے ساتھ چلنے کے مقاموں میں فاصلہ آدھے طول موج کا ہے۔ اگر اس وقت کی تپش پر آواز کی رفتار (م) معلوم ہو اور اس تجربہ سے اس کا طول ناپ لیا جائے تو تعدد ارتعاش (ت) دریافت ہو جاتا ہے۔ کیونکہ

[تیسرا باب صفحہ ۱۰۸]

$$ت = \frac{v}{\lambda}$$

تجربہ (۱۳)۔ متداخل کے ذریعہ امتداد کی تعیین۔
 شکل ۵ کی طرح گالٹن کی سیٹی اور حساس شعلہ کو کمرے کی
 ایک دیوار کے نزدیک ترتیب دو۔ اگر شعلہ کو گیس ایک
 معمولی گیس کی تھیلی سے پہنچائی جاتی ہے تو دباؤ میں
 حسب ضرورت کمی زیادتی تھیلی پر بائیں رکھنے سے کیجا سکتی
 ہے حتیٰ کہ شعلہ کے قریب ممتہ سے سیٹی بجانے یا کبھیوں
 کا جھیلہ کھڑکھڑانے سے شعلہ شور کرنے لگے۔ شعلہ کی ٹیکن
 کے بازو سے ایک تیری پیمانہ (ب) (جس کی تقسیم ملی میٹروں
 میں ہوئی ہو) دیوار (ب) کے ساتھ عمودی وضع میں رکھو۔
 شعلہ کو اس پیمانہ کے متوازی حسب ضرورت سرکاؤ یہاں تک
 کہ شعلہ ایک دم اونچا اوٹھ کر خاموش جلنا شروع کرے۔
 اب شعلہ جس مقام پر ہوگا وہاں راست اور منعکس موجیں
 ایک دوسرے کو تلف کرتی ہوئی۔ پیمانہ (ب) پر شعلہ کا
 مقام پڑھ لو۔ پھر ٹیکن کو آہستہ آہستہ دیوار سے دور ہٹا کر
 شعلہ کے خاموش جلنے کا دوسرا مقام معلوم کر لو۔ اس طرح
 پیمانہ پر خاموشی کے متعدد مقاموں کے نشان پڑھ لئے جائیں۔
 اور ان سے دو قریب ترین خاموشی کے مقاموں کا اوسط
 فاصلہ ماخوذ کیا جائے۔ چونکہ یہ فاصلہ لپے ہے اس سے طول
 موج معلوم ہو جاتا ہے۔ تجربہ کے وقت جو تپش ہو
 اس کے لحاظ سے ہوا میں آواز کی رفتار (سا) معلوم
 کر کے سیٹی کے سر کا تعدد (تا) شمار کیا جائے :

ت = $\frac{v}{\lambda}$

آواز کی ضربیں - جب آواز کے مبداءوں کا تعدد ایک ہی ہوتا ہے ان کی موجوں کے متداخل سے کسی ایک مقام پر جو حالت پیدا ہوتی ہے مستقل ہوتی ہے۔ مثلاً شکل ۴۳ میں > ج یا ہ کے پاس ہمیشہ 'خلل' بہت زیادہ رہیگا اور < ف اور ص کے پاس بہت قلیل۔ مگر جب دو مبداءوں کے تعدد میں پوری مسادات نہیں ہوتی بلکہ خفیف سا تفاوت ہوتا ہے تو اُن کے قریب کے ایک مقررہ مقام پر واسطہ کی حالت میں مسلسل تغیر محسوس ہوتا ہے۔ ایک ہی وقت میں کبھی وہاں دونوں مبداءوں سے تکثیف یا تلطیف کی حالت ملکر پہنچتی ہے جس کی وجہ سے اُس مقام پر بہت 'خلل' واقع ہوتا ہے۔ تھوڑی دیر بعد زیادہ تیز ارتعاش والا مبداء دوسرے مبداء سے آدھا ارتعاش بڑھ جاتا ہے پس مقام مذکور پر جب ایک مبداء سے تکثیف کی حالت آتی ہے تو دوسرے سے تلطیف آ پہنچتی ہے۔ اس اختلاف کے باعث وہاں 'خلل' بہت قلیل ہو جاتا ہے۔ اس لئے ایسی حالت میں مرتعش جسموں کے سر کے علاوہ کبھی آواز بلند ہو جائیگی اور کبھی پست۔ آواز کی حدت میں اس طرح اونچ نیچ پیدا ہونے کا نام ضرب رکھا گیا ہے :

شکل ۴۵ میں دو ایسی موجیں بتائی گئی ہیں جن کے

تعدادوں میں ۶ اور ۷ کی نسبت ہے۔ ۲ کے پاس

دونوں موجوں

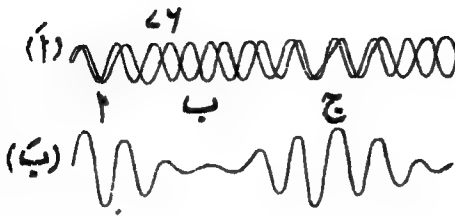
کی ہئیت ایک

ہے اس لئے

وہاں موجیں ایک

دوسرے کی

تائید کرتی ہیں۔



(شکل ۱۰)

منحنی ضربوں کی پیدائش کی توفیق کے لئے

ب کے پاس

اُن کی ہئیتیں بالکل متضاد ہیں لہذا وہاں ایک موج دوسری

موج کی مخالفت کرتی ہے۔ ج کے پاس پھر انہی ہئیتیں

ایک ہو جاتی ہیں۔ منحنی (ب) ان دونوں موجوں کا حاصل

ہے۔ اُس کی شکل سے، ضربوں میں آواز کی حدت کا جو

آثار چڑھاؤ پایا جاتا ہے، صاف ظاہر ہوتا ہے۔

طالب علم کو شکل (۱۰) کے معائنہ سے یہ بھی معلوم

ہوگا کہ ۲ سے ج تک واسطہ کی جو حالت بتائی گئی ہے

اگر یہ حالت فی ثانیہ کئی بار دہرائی جاتی ہے تو اتنے ہی

’ضرب‘ فی ثانیہ سنائی دینگے۔ مباداؤں کے تعدادوں میں

جو تفاوت ہوگا ضربوں کی تعداد فی ثانیہ وہی ہوگی۔

صاف ضربیں اُس وقت پیدا ہوتی ہیں جبکہ آواز کے

دونوں مباداؤں ایک ہی قسم کے ہوتے ہیں۔ اگر سر پیدا

کرنے کے دو دوشانوں کو جن کے تعدادوں میں بالفرض ۳ کا

فرق ہے اُن کے 'صندوقوں' پر چڑھا کر مرتعش کیا جائے تو فی ثانیہ تین ضربیں آسانی سے سنائی دینگی۔ یہ معلوم کرنے کے لئے کہ ان میں سے کس دو شاخہ کا تعدد بڑا ہوا ہے ایک دو شاخہ پر تھوڑا سا نرم موم جما کر اس کا تعدد قدرے گھٹا دیا جائے۔ اگر اس سے ضربوں کی تعداد پہلے سے گھٹ گئی تو واضح ہے کہ اسی دو شاخہ کا تعدد بڑا ہوا تھا۔

دو تین ہوئے تاروں کو جب ہم آہنگ بنانا ہوتا ہے تو ضربوں سے بہت مدد لی جاتی ہے۔ اس لئے کہ جوں جوں دونوں کے سر ملنے کے قریب پہنچتے ہیں ضربیں دیر دیر سے پیدا ہوتی ہیں آخر میں جب سر بالکل ایک ہو جاتے ہیں تو ضربیں مفقود ہو جاتی ہیں۔ جس تختہ پر تار چڑھائے گئے ہوں اگر اُس پر ہاتھ رکھا جائے تو علاوہ سنائی دینے کے ضربیں ہاتھ کو بھی محسوس ہوں گی۔ ارگن باجوں میں بعض موسیقی اثرات پیدا کرنے کی غرض سے بھی ضربیں استعمال ہوتی ہیں دوکس ہومانہ (Vox humana) اور دوکس انجیلیکا (Vox angelica)

سٹاپوں میں قریب قریب مساوی تعددوں کی دو ملیوں سے کام لیا جاتا ہے۔ ان سے جب آواز نکلتی ہے تو ضربوں کی وجہ سے اُس میں ایک قسم کی تھر تھراہٹ محسوس ہوتی ہے جو انسان کی آواز کے مشابہ ہوتی ہے

اجتماعی سُر تیاں۔ جب دو آواز دینے والے مہداؤں کے ارتعاش سے ضربیں کافی جلد جلد پیدا ہوتی ہیں تو ایک سُر تیاں جس کو ضرب کی سُر تیاں کہتے ہیں نمود ہوتی ہے۔ اُس کا تعدد مہداؤں کے سُر تیاں کے تفاوت کے مساوی ہوتا ہے۔ اس سُر تیاں کے وجود کے متعلق کوئی شبہ نہیں لیکن اُس کے اسباب ابھی ابھی طرح معلوم نہیں ہوئے۔ سُر تیاں، تحریکوں یا دھکوں کے تواتر سے پیدا ہوتی ہے۔ ضربوں میں آواز علی التواتر بلند اور پست ہوتی ہے اس سے وہ حالت نہیں پیدا ہو سکتی جو دھکوں سے منسوب ہوتی ہے۔ اسباب کچھ بھی ہوں واقعات یہ ہیں کہ جب کبھی دو خالص سُر تیاں ملکر نکلتی ہیں ان سے علامہ، ایک سلسلہ کی شکل میں چند سُر تیاں پیدا ہوتی ہیں اگرچہ علی العموم ان کا امتیاز مشکل ہوتا ہے۔ ان میں سے ایک سُر تیاں جس کو ہم جمعی سُر تیاں کہیں گے ایسی ہے کہ اس کا تعدد ابتدائی سُر تیاں کے تعدد و نچے مجموعے کے برابر ہے۔ دوسری سُر تیاں کا جس کو تفریقی سُر تیاں نام دیا جاتا ہے (تعدد ابتدائی سُر تیاں کے تعددوں کے تفاوت کے مساوی ہے۔ یہ دونوں پہلی اجتماعی سُر تیاں کہلاتی ہیں۔

ان کے ماسوا اور بھی اجتماعی سُر تیاں ہیں جو پہلی اجتماعی اور ابتدائی سُر تیاں کے 'ملنے' سے پیدا ہوتی

ہیں۔ معہذا خود اجتماعی سُر تیاں بھی ہوتی ہیں جن کے تعدد ابتدائی سرتیوں کے تعددوں کے دو چند ہوتے ہیں۔ پس اگر ابتدائی سرتیوں کے تعدد (م) اور (ن) فرض کر لئے جائیں تو حسب ذیل نئی سُر تیاں حاصل ہوتی ہیں :-

ابتدائی سُر تیاں	تعدد م اور ن
پہلی جمعی سُر ت	م + ن
تفریقی	م - ن
خود اجتماعی سُر تیاں	۲م اور ۲ن
	۲م + ن
	۲م - ن

ان سرتیوں کا اصل مبداء کیا ہے، منور اچھی طرح معلوم نہیں ہوا۔ لیکن سمجھا یہ جاتا ہے کہ کان یا بعض صورتوں میں خود مبداء آواز کے آلات ارتعاش کے تشاکل میں نقص ہونے سے یہ سُر تیاں پیدا ہوتی ہیں۔

پہلی جمعی سُر ت، دو ارگن نلیاں ایک دوسرے کے قریب میں زور سے بجا کر (یا ہارمونیم کے دو سُر بجا کر) کان نزدیک پہلنے سے سنائی دیتی ہے۔ اگر حساب کر کے اس کا امتداد دریافت کر لیا جائے اور اس امتداد کا ایک سُر پہلے سے بجا کر کان کو اُس سے آشنا کر لیا جا

تو اُس کی شناخت ہوتی ہے۔

گمک۔ اکثر بڑے جمود کی جسمیں بھی نہایت چھوٹی قوتوں کے عمل سے ارتعاش کی حالت میں لائی جاسکتی ہیں بشرطیکہ یہ قوتیں مناسب اوقات میں باقاعدہ طور پر عمل کریں۔ مثلاً اگر کسی وزن دار جسم کو تار سے لٹکا کر ایک نہایت باریک ریشم کا ریشہ اُس سے باندھا جائے تو ریشہ کو مناسب اوقات میں تھوڑا تھوڑا کھینچنے سے وزن دار جسم بتدریج وسیع بیجانہ پر ابتراز کرنے لگتا ہے۔ شرط یہی ہے کہ ریشہ اُسی وقت کھینچا جائے جبکہ جسم اس کی سمت میں حرکت کرنے کا متقاضی ہو۔ ریشہ اتنا ہین بھی لیا جاسکتا ہے کہ اُس کو مسلسل کھینچ کر جسم کو وضع سکون سے اگر ذرا بھی دور تک ہٹانے کی کوشش کی جائے تو ریشہ ٹوٹ جائے۔

جب کبھی دو متشابہ جسموں کا تعدد ایک ہوتا ہے اور دونوں مناسب طریقہ پر باہمیگر باندھے جاتے ہیں تو اُن میں سے کسی ایک کو ارتعاشی حرکت دینے سے دوسرا بھی مرتعش ہونے لگتا ہے۔ مثلاً ایک ہی سُر کے دو دو شاخوں کو قریب رکھ کر (یا ایک ہی صندوقچہ پر کھڑا کر کے) ایک کو سازنگ کی کمان کے ذریعہ زور سے رگڑ کر مرتعش کیا جائے تو دوسرا دو شاخہ بھی ارتعاش کرنے لگے گا۔ پہلے دو شاخہ کے ارتعاش سے ہوا میں

تکثیف و تلطیف کی جو موجیں پیدا ہونگی دوسرے دو شاخہ کے پاس مناسب اوقات میں پہنچکر اُس پر عمل کرینگی جس سے وہ تھوڑی ہی دیر بعد ارتعاش کی حالت میں آجائیگا۔ اسی طرح اگر دو تار ایک ہی تختہ پر تانے جائیں اور دونوں کا تعدد ارتعاش ایک ہی ہو تو ان میں سے ایک تار کو مرتعش کرنے سے دوسرا بھی متاثر ہوکر ارتعاش کرنے لگے گا ۴

اس طریقہ عمل کا نام اصطلاح میں گمک ہے۔ اور یہ کہا جاتا ہے کہ ایک جسم دوسرے کے ساتھ گمک دیتا ہے۔ گمک جب ہی ممکن ہے کہ دونوں جسموں کا تعدد ارتعاش ایک ہو۔

گمک کی مثالیں بہت دی جاسکتی ہیں۔ اس موقع پر ایک مثال دی جاتی ہے جو اکثر دیکھنے میں آتی ہے۔ سپاہیوں کا دستہ جب کسی تختہ کے پُل یا معلق پُل پر سے گزرتا ہے تو اُن کو ہمیشہ حکم دیدیا جاتا ہے کہ قدم ہٹا کر نہ چلیں۔ اس لئے کہ اگر ان کے قدم کے تعدد اور پُل کے طبعی ارتعاش کے تعدد میں مطابقت ہو تو پُل خطرناک پیمانہ پر ارتعاش کرنے لگے گا جس سے اُسکے ٹوٹ جانے کا اندیشہ ہے۔ ایک لڑکا جب کسی بلبے معلق تختہ پر کھڑا ہوکر مناسب اوقات میں مسلسل کودتا ہے تو تختہ تھوڑی ہی دیر میں نہایت وسیع پیمانہ پر ہتھنزا

کرنے لگتا ہے۔

قسری ارتعاش۔ گنگ کی خاص صورت میں جو دوری قوت کسی جسم پر عمل کرتی ہے اُس کا تعدد جسم کے طبعی تعدد کے مساوی ہوتا ہے اور ایسی حالت میں جسم کا ارتعاش یا اهتزاز بہت بڑے پیمانہ پر ہوتا ہے۔ لیکن جب کبھی دوری (بظرف سہولت سادہ موسیقی) قوت کسی جسم پر عمل کرتی ہے تو وہ جسم علی العموم سادہ موسیقی حرکت کرنے لگتا ہے، چاہے اُس کے طبعی ارتعاش کا تعدد کچھ ہی ہو۔ البتہ حیطہ ارتعاش اکثر نہایت چھوٹا ہوگا۔ ایسے ارتعاشوں کو قسری ارتعاش کہتے ہیں۔ مثلاً فرض کرو

آب (شکل ۱۵۲) ایک

چھوٹا رقاں ہے جو ایک

بڑے رقاں ج ۱ کے نیچے

لٹک رہا ہے۔ نقطہ ۲ کی

حرکت رقاں ج ۲ کی وجہ سے

سادہ موسیقی ہوگی۔ اور اُسکی

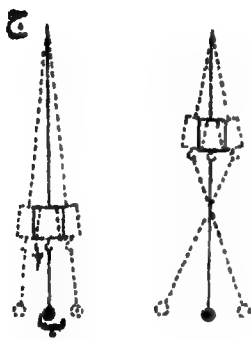
وجہ سے رقاں آب کو اسی

دور کی سادہ موسیقی حرکت

کرنا پڑے گا۔ لیکن آب کا

حیطہ ارتعاش اُس کے دور ج ۱ کے طبعی دوروں کے باہمی

تناسب کے تابع رہیگا۔ رقاں ب کا اهتزاز رقاں آ کی



(۲)

(ب)

شکل (۱۵۲)

وجہ سے قسری کہلائیگا۔ قسری ارتعاشوں کی تین صوبیں قابل غور ہیں :-

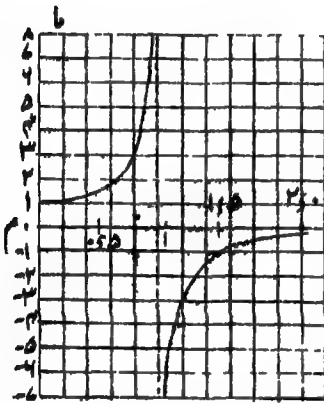
(۱)۔ عمل کرنیوالی قوت کا تعدد جب جسم کے طبعی تعدد سے کم ہوتا ہے جسم کے ارتعاش (یا اہتزاز) کی ہئیت اور عامل قوت کی ہئیت دونوں ایک ہوتی ہیں اور جسم کا حیظ ارتعاش عامل کے حیظ سے کیقدر بڑا ہوتا ہے۔ (شکل ۲۵۲)

(۲) جب عامل اور جسم کے تعدد مساوی ہوتے ہیں تو لگ بھگ کی سی صورت ہو جاتی ہے اور قسری ارتعاش (یا اہتزاز) کا حیظ بہت بڑا ہوتا ہے لیکن اس کی قیمت کبھی بھی رگڑ یا فرک کی وجہ سے نامتناہی بڑی ہونے نہیں پاتی۔

(۳) عامل قوت کا تعدد جسم کے طبعی تعدد سے بڑا ہوتا ہے تو جسم کے ارتعاش (یا اہتزاز) کی ہئیت قوت کی ہئیت کے مخالف ہوتی ہے جیسا کہ شکل ۵۲ (ب) سے واضح ہے۔

ان تمام صورتوں میں جب سادہ موسیقی حرکت شروع شروع عمل کرتی ہے جسم کا طبعی ارتعاش (یا اہتزاز) بھی ایک حد تک نمایاں ہوتا ہے۔ لیکن تھوڑی دیر بعد وہ مفقود ہو جاتا ہے اور صرف قسری ارتعاش (یا اہتزاز) باقی رہتا ہے۔ قسری ارتعاش کا حیظ عامل قوت

اُس کے تعدد کو اور جسم کے طبعی تعدد کی رقموں میں شمار کر کے دریافت کر لیا جاسکتا ہے۔ شکل ۵۳ میں اُس کو ترسیماً بتایا گیا ہے۔ یہاں مقطوعہ m لا سے وہ نسبت مراد ہے جو عامل قوت کے تعدد کو جسم کے طبعی تعدد کے ساتھ ہو اور معیّن m ما سے وہ نسبت متصور ہے جو قسری ارتعاش کے حیظہ کو عامل قوت کے حیظہ کے ساتھ ہے۔ جب مقطوعہ کی قیمت ۱ ہوتی ہے تو معین ۵۰ ہو جاتا ہے۔ یہ



شکل ۵۳

گمگ کی صورت ہے۔ جسم کا حیظہ ارتعاش عملی طور پر ∞ اسلئے نہیں ہونے پاتا کہ فرک یا رگڑ بھی ساتھ ساتھ عمل کرتی ہے جس کی وجہ سے ارتعاش قصر ہو جاتا ہے۔ عامل قوت کا تعدد جب جسم کے

طبعی تعدد سے کم ہوتا ہے یعنی مقطوعہ کی قیمت ۱ سے کم ہوتی ہے تو قسری ارتعاش کا حیظہ بہت گھٹ جاتا ہے حتیٰ کہ مقطوعہ کی قیمت جب بہت گھٹ جاتی ہے تو معیّن کی قیمت بھی گھٹ کر ۱ ہو جاتی ہے۔ یعنی

عال اور جسم دونوں کا حیطہ مساوی ہو جاتا ہے۔ جب مقطوعہ کی قیمت ۱ سے بڑی ہوتی ہے تو ایسی صورتوں میں بھی معین کی مقدار گھٹتی آتی ہے لیکن اُسکی علامت مقطوعہ کی علامت کی ضد ہوتی ہے (یعنی قسری ارتعاش کی ہئیت قوت کی ہئیت کے مخالف ہوتی ہے) اور جب عال قوت کا تعدد بہت بڑھ جاتا ہے تو قسری ارتعاش کا حیطہ گھٹ کر صفر ہو جاتا ہے۔

(نوٹ) منجانب مترجمہ۔ قسری ارتعاشوں کے متعلق ڈوکن اور سٹارلنگ نے محض تریبی طریقہ کے ذریعہ چند ضروری امور سمجھانے کی کوشش کی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ باضابطہ ریاضی کا عمل اُن طلباء کے لئے جو ڈفرنشل ایکویشنز (تفرقی مساوات) سے ناواقف ہوتے ہیں ایک حد تک بعید الفہم ہوتا ہے۔ اگر تفرقی مساوات کا حل طالب علم کے امکان سے باہر ہے تو کچھ مضائقہ نہیں۔ ہم نتیجہ لکھ دیتے ہیں۔ طالب علم اُسپر تفرقی عمل کر کے اپنا اطمینان کر لے سکتا ہے کہ جو نتیجہ لکھا گیا ہے صحیح ہے۔

سہولت کے لئے پہلے ایسی مثال لوجس میں رگڑ معدوم ہے۔ چونکہ قوت سادہ موسیقی ہے اس لئے اس کو قی جم > (ب و) سے تعبیر کیا جاسکتا ہے جہاں (ق) قوت کی اعظم قیمت ہے جو جسم کی اکائی کمیت پر عال ہے (ب و) سے مراد قوت کا تعدد (یعنی اُس کا

وقت دوران $\frac{32}{\pi^2}$) ہے اور (و) سے مراد وقت ہے۔ چونکہ سادہ موسیقی حرکت میں اسراع کو نقل مکان سے راست نسبت ہوتی ہے اور ان دونوں کی سمتیں مخالف ہوتی ہیں اسلئے جسم کے تسری ارتعاش کے لئے مندرجہ ذیل مساوات لکھی جاسکتی ہے:-

$$\frac{f}{2} = \frac{2}{\pi^2} - (ت^2) لا + ق جم > تاد$$

(ت^2) ایک مستقل ہے جو جسم کی کمیٹ وغیرہ کے تابع ہے۔

اس مساوات کا پورا حل اس طرح لکھا جاسکتا ہے طالب علم اس پر تفرقی عمل کر کے اطمینان کر لے سکتے ہیں:-

$$لا = 2. جم > تاد + با جب > تاد + ق جم > تاد$$

۲ اور با دو مستقل ہیں جن کی قیمتیں اگر ضرورت سمجھی جائے تو دریافت ہو سکتی ہیں۔

جملہ کی پہلی دو رقموں سے سادہ موسیقی حرکت کی تعبیر ہوتی ہے جس کا تعدد $\frac{32}{\pi^2}$ جسم کا طبعی تعدد ہے۔ تیسری رقم سے تسری ارتعاش کی تعبیر ہوتی ہے جو سادہ موسیقی ہے لیکن جس کا تعدد عامل قوت کا

تعدد یعنی $\frac{32}{\pi^2}$ ہے۔ اس کا حیظ ارتعاش $\frac{ق}{ت^2}$ قوت

اور جسم کے طبعی تعدد کی قیمتوں کی تابع ہے۔ جب دونوں تعدد مساوی ہوتے ہیں تو اُس کی قیمت نامتناہی بڑی ہو جاتی ہے۔ معہذا قسری ارتعاش کی ہئیت عامل قوت کی ہئیت کے موافق ہوتی ہے جبکہ ت کی قیمت ت کی قیمت سے کم ہوتی ہے اور مخالف جبکہ ت کی قیمت ت سے زیادہ ہوتی ہے۔ عملی طور پر قسری ارتعاش کا حیطہ نامتناہی اس لئے نہیں ہونے پاتا کہ فرک یا رگڑ کو بھی دخل ہوتا ہے۔ اندرونی فرک یا رگڑ جسم کی رفتار کے تابع ہوتی ہے اس لئے حرکت کی تفرقی مساوات میں ایک اور رقم بڑھانے کی ضرورت ہوتی ہے۔

یعنی $\frac{فرق}{فرق} + م' \frac{فرق}{فرق} + ت' لا = ق$ جم (ت و

زائد رقم جو فرک کی وجہ سے جملہ میں شریک کی گئی م' $\frac{فرق}{فرق}$ ہے۔

اس کا پورا حل یہ ہے :-

$$لا = \epsilon - \frac{1}{4} ت' و (\epsilon \frac{1}{4} م' - ت' و) + \frac{1}{4} ب' - \frac{1}{4} م' - م' ت' و$$

$$+ \frac{ق جم (ت و - 1)}{م' ت' + (ت' - ت' و)}$$

قوس میں جو جملہ ہے اُس کا سر ($\epsilon - \frac{1}{4} ت' و$)

جوں جوں وقت (د) بڑھتا جائیگا جلد جلد گھٹ کر تھوڑی دیر میں صفر کے قریب آجائیگا۔ یعنی طبعی ارتعاش تھوڑی دیر کے بعد موقوف ہو جائیگا اور صرف تسری ارتعاش باقی رہ جائیگا۔ پس ہم یہ لکھ سکتے ہیں کہ بالآخر

$$\frac{\text{قیجم} > (\text{تد} - \text{د})}{\text{م}^2 \text{ت}^2 + (\text{ت}^2 - \text{ت}^2)} = \text{لا}$$

جس سے ظاہر ہے کہ قسری ارتعاش کا تعدد حامل قوت کے تعدد کے مساوی ہے لیکن اس کی ہئیت حامل قوت کی ہئیت سے بقدر (د) پیچھے ہے۔ جلد کو پھیلانے اور اس کی رقبوں پر غور کرنے سے یہ بھی ظاہر ہوتا ہے کہ

$$\frac{\text{ت}^2 \text{م}}{\text{ت}^2 - \text{ت}^2} = \text{مس} > \text{د}$$

معہذا اگر ت اور ت دونوں مساوی بھی ہوں تو لا کی قیمت ∞ نہیں ہونے پاتی اس لئے کہ رگڑ کے باعث لا کے لئے جو کسر ماخوذ ہوئی ہے اس کا نسب نا صفر نہیں بنتا بلکہ م^۲ ت^۲ بن جاتا ہے :

تفرقی مساوات کی مدد بغیر بھی تسری ارتعاش کو جبری طریقہ سے سمجھا سکتے ہیں اگرچہ واضح ہے کہ یہ طریقہ استدلال ضعیف ہے اور سقم سے پاک نہیں :

جسم کے تعدد کو (ت) اس کی کمیت کو (ک) اور قوت کے تعدد کو (ت) اور اس کی قیمت کو جونی اکائی کمیت

جسم عامل ہے (ق) مان کر اس صورت میں جبکہ رگڑ مفقود ہو نقل مکان (لا) فرض کر کے قوتوں کی مساوات اس طرح لکھی جاسکتی ہے:

$$- ک (π۲ ت) لا = - ک (π۲ ت) لا + ق ک جم > (π۲ ت) د$$

اس لئے کہ جسم کے قسری ارتعاش کا تعدد (ت) اور اس کا طبعی تعدد (ت) ہے۔ اور جسم کے نقل مکان کو $π۲ \times$ تعدد سے ضرب دے کر علامت بدلنے سے اسراع حاصل ہوتا ہے اور اسراع کو جسم کی کمیت سے ضرب دینے سے قوت حاصل ہوتی ہے۔

$$پس - π۲ ت لا = - π۲ ت لا + ق جم > (π۲ ت) د$$

$$\therefore لا = \frac{ق جم > (π۲ ت) د}{(π۲ ت) لا - π۲ ت لا}$$

واضح ہے کہ اس جملہ سے حرکت کے متعلق اس قدر حالات معلوم نہیں ہو سکتے جس قدر پیشتر کے جملوں سے معلوم ہوتے ہیں۔

بول تختہ اگر کسی تار کو یا سر پیدا کرنے کے دو شاخہ کو مرتش کیا جائے تو جب تک ان کو کسی بول تختہ پر چڑھایا نہ جائیگا ان سے آواز بہت ضعیف برآمد ہوگی۔ مثلاً اگر تار کا ایک سر شکنجہ میں جکڑ دیا جائے اور دوسرے سرے سے ایک بھاری وزن لٹکایا جائے تو تار کو بجاتے سے بہت ہی

نخیف آواز سنائی دیگی۔ اگر کسی تار کو شکل (۱۵۴) کی طرح ایک بول تختہ پر تان کر اُس کے نیچے دو گھوڑیاں ۱ اور ۲



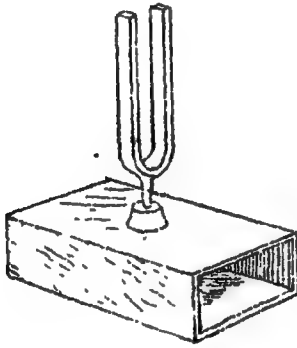
شکل (۱۵۴)

بول تختہ

رکھی جائیں تو تار کو چھپڑنے سے کافی بلند آواز سنائی دیگی۔ تار کو ہوا کے بہت قلیل حصہ سے تماس ہے اس لئے جب وہ حرکت کرتا ہے تو بہت تھوڑی ہوا مرتعش ہوتی ہے اسکے علاوہ چونکہ جس وقت تار کے ایک جانب اُس کی حرکت سے ہوا میں تکثیف پیدا ہوتی ہے اُسی وقت تار کے دوسرے جانب ہوا میں تلطیف پیدا ہوتی ہے۔ موجوں کا تداخل ہو کر آواز اور بھی کمزور ہو جاتی ہے جیسا کہ صفحہ (۱۴۰) پر بتایا گیا ہے۔ لیکن جب تار کو تختہ پر تانتے ہیں تو تار سے ۱ اور ۲ ب گھوڑیوں پر مدّت ارتعاش کے وقفہ سے بدلنے والی قوت عمل کرتی ہے اسی طرح ۱ اور ۲ کے عمل سے بول تختہ ارتعاشی حرکت اختیار کرتا ہے۔ چونکہ تختہ کی سطح وسیع ہوتی ہے اس لئے ہوا کے ایک وسیع حصے میں ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔ جس کی وجہ سے ہوا میں فی ثانیہ

پیشتر سے بہت زیادہ توانائی منتقل ہوتی ہے۔ اس کا لازمی نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ تار سے توانائی جلد جلد آواز کی موجوں کی شکل میں بھٹکرتا تار کا ارتعاش تھوڑی ہی دیر میں موقوف ہو جاتا ہے۔

سُر پیدا کرنے کے دو شاخہ کی صورت بھی اسی کے



شکل (۵۵)

مشابہ ہے۔ اگر اس کو مرتعش کر کے محض ہاتھ میں پکڑیں تو آواز کمزوری کی وجہ سے بمشکل سنائی دیتی ہے۔ لیکن جب اُس کا دستہ کسی مینریا اُس کے بول بکس پر دباتے ہیں تو ان میں قسری ارتعاش پیدا

ہوتا ہے جس سے ہوا کی بڑی مقدار حرکت کرنے لگتی ہے اور آواز زوردار ہو جاتی ہے۔

گھمکے۔ اسی لئے سُر پیدا کرنے کے دو شاخوں کو ایک بازو سے کھلے صندوقچوں پر چڑھاتے ہیں۔ ان صندوقچوں کی شکل اور اُن کا قد و قامت ایسا ہوتا ہے کہ اُن کے اندر کی ہوا کے طبیعی ارتعاش کا تعدد دو شاخہ کے تعدد کے مساوی ہوتا ہے۔ جب دو شاخہ ارتعاش کرتا ہے تو بکس کی لکڑی میں

قصری ارتعاش پیدا ہوتا ہے اور اُس سے بکس کے اندر کی ہوا گمک دینے لگتی ہے۔ گمک کی وجہ سے آواز بہت زور کی ہوگی بشرطیکہ بکس اور دو شاخہ کے سر ٹھیک ملتے ہوں

شکل (۵۶) میں ہلم ہولٹس کا ایجاد کیا ہوا ایک گمکیا

بتایا گیا ہے۔ وہ تقریباً کروڑی

شکل کا پتیل کا ایک خلافت

ہوتا ہے جس کے ایک طرف

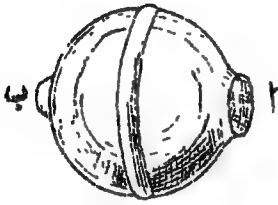
ایک کشادہ سوراخ ۱ ہوتا ہے

اور دوسرے طرف ایک چھوٹا

سوراخ ۲۔ اس کے اندر

کی ہوا ایک خاص تعدد کے

سر کے ساتھ گمک دے سکتی



شکل (۵۶)

ہلم ہولٹس والا گمکیا

ہے۔ جب اس تعدد کی موجیں (آواز کی) اُس میں ۲ کے

پاس داخل ہوتی ہیں تو ب کے پاس کان لگانے سے گمک

پیدا ہو کر بڑی آواز سنائی دیگی۔ اگر آواز ایک خالص تعدد

کی موج سے نہیں بلکہ مختلف تعددوں کی کئی موجوں سے

پیدا ہوتی ہے تو بھی اس وضع کا گمکیا اُس خاص سر کو

’چن لیگا‘ جس کا تعدد خود اُس کے تعدد کے برابر ہے

اور بول اٹھینگا۔ اس قسم کے گمکیے اکثر ایک سلسلہ کی

صورت میں بنائے جاتے ہیں جن کے سر آپس میں ۱، ۲، ۳، ۴

وغیرہ کی نسبت رکھتے ہیں۔ اور ان کی مدد سے معلوم کر لیا جاتا

ہے کہ کسی مقررہ آواز (یا سُر) میں کس کس امتداد کی سرتیاں شامل ہیں جبکہ محض کان سے انہی پہچان بوجہ کمزوری آواز و دیگر اسباب شکل ہوتی ہے۔

جب بڑا بحری سنک کان سے لگاتے ہیں تو ایک مبہم سا شور سنائی دیتا ہے جس کو لوگ نا فہمی سے سمندر کا شور سمجھتے ہیں۔ اس آواز کی اصل وجہ یہ ہے کہ سنک بھی گنگیے ہیں لیکن شکل (۵۶) کے سے سادہ نہیں۔ ہوا میں بعض سُر کی آوازیں ایک حد تک ہمیشہ موجود ہوتی ہیں۔ سنک اُن کو چُن لیکر تقویت دیتے ہیں۔ ان مخلوط آوازوں سے سمندر کے شور کا شبہ ہوتا ہے۔

زائد مضمون منجانب مترجم صفحہ (۱۶۹) پر آواز کی ضربوں کے متعلق جو بیان لکھا گیا ہے نا کافی ہے۔ مندرجہ ذیل طریقہ زیادہ موثر ہے۔ اس سے ضربوں کی پیدائش اور اُن کے خواص وغیرہ کے متعلق بحث زیادہ مفید اور دلچسپ ہوتی ہے۔

ابتداءً فرض کرو ایک ارتعاش کا حیطہ (۲) ہے اور دوسرے کا (ب)۔ پہلے کا تعدد $(\frac{2}{T_1} + \frac{2}{T_2})$ ہے اور دوسرے کا $(\frac{2}{T_1} - \frac{2}{T_2})$ اور ع کے مقابلہ میں غ بہت چھوٹا عدد ہے گویا تعددوں کا تفاوت $\frac{2}{T_1}$ ہے۔ پس ان ارتعاشوں کی مساواتیں یہ ہونگی:-

لم = ۲ جب $(\frac{2}{T_1} + \frac{2}{T_2})$ و اور لم = ب جب $(\frac{2}{T_1} - \frac{2}{T_2})$ و۔ (۱)

جس میں د سے مراد وقت ہے۔ ان کے متفقہ اثر سے جو حرکت پیدا ہوگی اُس کی مساوات اس طرح لکھی جائیگی۔

$$a = a_1 + a_2 = a \text{ جب } (a + g) \text{ و } b \text{ جب } (a - g) \text{ و}$$
 اس کو پھیلانے سے

$$a = a \text{ جب } (a + g) \text{ و } b \text{ جب } (a + g) \text{ و } b \text{ جب } (a - g) \text{ و } b \text{ جب } (a - g)$$

$$= (a + b) \text{ جب } (a + g) \text{ و } (a - b) \text{ جب } (a - g)$$
 خفیہ کد:
$$a = c \text{ جب } (a + g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g)$$
 اس کو پھیلانے سے
$$a = c \text{ جب } (a + g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g)$$
 یہ مفروضہ صحیح ہونے کے لئے ضرور ہے کہ

$$c \text{ جب } (a + b) = (a + b) \text{ جب } (a + g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g)$$

$$c \text{ جب } (a - b) = (a - b) \text{ جب } (a + g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g)$$
 اور (۳) اور (۴) کے مربعوں کو جمع کرنے سے

$$c^2 = a^2 + b^2 + 2ab \text{ جب } (a + g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g)$$
 اور (۳) کو (۴) پر تقسیم کرنے سے

$$c = \frac{a - b}{a + b} \text{ جب } (a + g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g)$$
 پس دونوں ابتدائی ارتعاشوں کے عمل سے جو حرکت پیدا ہوتی ہے اس کے لئے یہ مساوات تجویز ہوتی ہے۔

$$a = c \text{ جب } (a + g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g) \text{ و } (a - g)$$
 جس میں ج کی توضیح مساوات (۵) سے ہوتی ہے اور a کی توضیح مساوات (۶) سے چونکہ ج سے حامل ارتعاش کا محیط مراد ہے اُس کے لئے جو مساوات (۵) لکھی گئی ہے اُس کے معائنہ سے ظاہر ہے کہ

ہے وقت جم $\langle ۲ \rangle$ غ و کی قیمت صفر ہوتی ہے یعنی $۲ \text{ غ و} = \text{صفر}$ یا $\pi ۲$ وغیرہ توج کی قیمت $\pm (۱ + \text{ب})$ ہو جاتی ہے اور جس وقت جم $\langle ۲ \rangle$ غ و کی قیمت -۱ ہوئی ہے یعنی π یا $\pi ۳$ وغیرہ توج کی قیمت $\pm (۱ - \text{ب})$ ہو جاتی ہے۔ یعنی $\frac{\pi ۲}{۲}$ کے وقفہ سے ج کی قیمت دوہرائی جاتی ہے۔ اعظم حیطہ $(۲ + \text{ب})$ ہے اور اقل $(۱ - \text{ب})$ ۔ چونکہ حیطہ ارتعاش کی دوری تغیر کی مدت (یا وقت دوران) $\frac{\pi ۲}{۲}$ ہے اس لئے اُس کے تغیر کا تعدد $\frac{۲}{\pi ۲}$ ہے۔ واضح ہو کہ $\frac{۲}{\pi ۲}$ ابتدائی ارتعاشوں کے تعددوں کا تفاوت ہے۔ یعنی جب دو قریب قریب مساوی تعدد کے ارتعاش ایک واسطہ میں سے (ایک ہی سمت میں) گزرتے ہیں تو ان کے مجموعی اثر سے واسطہ کے ذروں کا حیطہ ارتعاش باقاعدہ طور پر بڑھتا گھٹتا ہے اور اس تغیر کا تعدد ارتعاشوں کے تعددوں کے تفاوت کے مساوی ہے۔ جب دونوں ارتعاشوں کا حیطہ مساوی (۱) ہوتا ہے تو $۲ + \text{ب} = ۲۲$ اور $۱ - \text{ب} = \text{صفر}$

اور

$$۱ = ۲۲ \text{ جم} \langle ۲ \rangle \text{ غ و جب} \langle ۲ \rangle \text{ غ و}$$

پانچویں باب کی مشقیں

(۱) آواز کی 'ضریوں' کا مفہوم کیا ہے سمجھاؤ اور ایک تجربہ بیان کرو جس سے ان ضریوں کی توضیح ہو۔

- (۲) - سُر پیدا کرنے کے ایک دو شاخہ کو مرتعش کر کے دستہ کے محور پر اگر اُس کو گھمایا جائے تو بتاؤ جو آواز نکلتی ہے اُس میں دو شاخہ کے ایک کا رل چکر میں کیا تغیرات محسوس ہوتے ہیں اور اُن کی وجہ کیا ہے ؟
- (۳) - 'مداخل' کا کیا مفہوم ہے بیان کرو۔ تالاب کی سطح پر ایک ہی وقتِ دوران کے دو 'خللوں' سے کس وضع کی شکلیں بنتی ہیں ؟
- (۴) - ضربوں کے ذریعہ سُر پیدا کرنے کے دو شاخوں کے امتدادوں کا تفاوت کس طرح دریافت کیا جاسکتا ہے کیونکہ معلوم ہو سکتا ہے کہ ان دونوں میں سے کس دو شاخہ کا امتداد بڑا ہے ؟
- (۵) - گمک کا کیا مفہوم ہے ؟ ایک تنے ہوئے تار کا سُر کسی سُر کے دو شاخہ کے ساتھ گمک کے ذریعہ کیونکر ملایا جاسکتا ہے ؟
- (۶) - سُر پیدا کرنے کے دو دو شاخے جن کے تعددوں میں فی ثانیہ چار کا فرق ہے ایک دوسرے کے قریب ایک ہی وقتِ مرتعش کئے جاتے ہیں۔ اُن سے کیسی آواز نکلتی ہے اور اس کی کیا وجہ ہے بیان کرو۔ (ل-ی-۱)
- (۷) - ضربوں سے کیا مراد ہے اور اُن کی پیدائش کیونکر ہوتی ہے ؟ عرضی ارتعاش کی حالت میں دو

تاروں سے بالترتیب ۳۰۰ اور ۳۰۲ تعدد فی ثانیہ کے
 اساسی سر تھکتے ہیں۔ بتاد (۱) ان اساسی
 سُرروں سے (۲) اُن کے پہلے اور ٹونوں سے
 فی ثانیہ کتنی ضرہیں پیدا ہوتی ہیں۔ (ل۔ ی۔)
 (۸)۔ اگر کسی مرتش، سُر کے دو شاخہ کا دستہ،
 لکڑی کے ایک تختہ سے لگا کر پکڑا جائے تو
 آواز بہت بلند ہو جاتی ہے اس کی کیا وجہ ہے
 سمجھاؤ۔ کیا ایسی حالت میں دو شاخہ اتنی ہی
 دیر تک ارتعاش کرے گا جتنی دیر وہ پہلے، یعنی
 تختہ سے علیحدہ رہ کر ارتعاش کرتا؟ اگر نہیں
 تو کیوں۔ (ل۔ ی۔)

(۹)۔ فشار بیانی شعلہ کیا ہوتا ہے اور اُس کو
 ہوا کی موجوں کی پہچان کے لئے کس طرح استعمال
 کرتے ہیں بیان کرو۔

(۱۰)۔ آواز کی موجیں ایک سُر کے دو شاخہ ۱ سے
 نکل کر ایک مقام ب پر ۲ ج ب اور ۲ د ب دو
 علیحدہ علیحدہ راستوں سے پہنچتی ہیں۔ جب
 ۲ د ب کا طول ۲ ج ب کے طول سے بے قدر
 ۱/۲ سم بڑا ہوتا ہے تو ب کے پاس کوئی آواز
 نہیں سنائی دیتی ہے۔ جب تفاوت ۳/۲ سم
 ہوتا ہے تو ب کے پاس آواز محسوس ہوتی ہے

لیکن جب تفاوت ۴۸ سم ہوتا ہے تو پھر خاموشی پائی جاتی ہے۔ غرض ان تفاوتوں کے لحاظ سے ہا کے پاس بالترتیب آواز اور خاموشی محسوس ہوتی ہے۔ اس کی وجہ کیا ہے سمجھاؤ۔ دو شاخہ کا تعدد کیا ہوگا شمار کرو اگر آواز کی رفتار ۳۳۲ میٹر فی ثانیہ مانی جائے۔
 (۱۱) اگر ۵۱۲ اور ۷۶۸ تعدد کے دوسرے ایک ساتھ 'بجائے جائیں' تو کون کون اجتماعی سرتیاں سنائی دے سکتی ہیں مختصر بیان کرو۔

(۱۲) 'تسری ارتعاش' سے کیا مفہوم ہے؟ تسری ارتعاش کے حیطہ اور مرتش جس کے (طبعی) تعدد میں کیا تعلق ہے بیان کرو۔
 (۱۳) 'ضرروں کی پیدائش کیونکر ہوتی ہے سمجھاؤ۔

سُر کے دو شاخہ جب ایک ساتھ ارتعاش کرتے ہیں تو ۴ ضرر ہیں پیدا ہوتی ہیں ان میں سے ایک دو شاخہ کا تعدد ۲۵۶ ہے جب دوسرے دو شاخہ پر تھوڑا سا موم لگایا جاتا ہے تو ضرر میں موقوف ہو جاتی ہیں۔ بتاؤ اس دوسرے دو شاخہ کا تعدد کیا ہے۔ (ل۔ ی۔)

(۱۴)۔ 'ضربوں' کا باعث کیا ہے ؟
 ایک سُر کا دو شاخہ ۲ پہلے ۵۱۲ تعدد کے ایک
 دوسرے دو شاخے ب کے ساتھ ہم سُر تھا۔ اب
 اُس کی شاخوں کے سرے سوہن سے ذرا ذرا سا ریت
 دیئے جاتے ہیں۔ پھر جب اس کو ب کے ساتھ مرتعش
 کرتے ہیں تو فی ثانیہ ۵ ضربیں پیدا ہوتی ہیں۔ بتاؤ
 اب ۲ کا سُر کیا ہے۔
 (کلیئہ الہ آباد)



چھٹا باب



اباعد اور پیمانے



موسیقی اباعد۔ اگر ایک سُر کا تعدد دوسرے سُر کا دو چند ہو تو موسیقی رموز سے واقف شخص پہچان لیتا ہے کہ پہلا سُر دوسرے سے ایک سرگم اونچا ہے۔ سروں کے متعلق تعدد کچھ بھی ہوں ان میں صرف باہمی نسبت ۲ اور ۱ کی ہونی چاہیے۔ مثلاً ۴۰۰ تعدد کا سُر ۲۰۰ تعدد کے سُر کا سرگم ہوتا ہے اور ۶۰۰ تعدد کا سُر ۳۰۰ تعدد کے سُر کا سرگم۔ سرگم کے علاوہ اور بھی چند موسیقی اباعد ہیں جو آسانی سے تمیز ہو سکتے ہیں ان سب پر یہ عام قاعدہ حاوی ہوتا ہے :- دو موسیقی سروں کے بعد کی تعلیم اُن کے تعدد فی نسبت سے ہوتی ہے چنانچہ جب تعددوں کی نسبت $\frac{۳}{۲}$ ہوتی ہے تو

بعد پنجم (ففتہ) کہلاتا ہے۔ جب نسبت $\frac{۴}{۳}$ ہوتی ہے تو چہارم (فورتھ) عام طور پر مندرجہ ذیل اباعد مستعمل ہیں۔

یونیزن ۱:۱	فورتھ (چہارم) ۳:۴
* سی ٹون (نیم سُرّی) ۱۵:۱۶	ففتہ (پنجم) ۲:۳
مائیز ٹون (صغیر سُرّی) ۹:۱۰	مائیز سکتھ (ششم صغیر) ۵:۸
میجر ٹون (کبیر سُرّی) ۸:۹	میجر سکتھ (ششم کبیر) ۳:۵
مائیز تہرڈ (سوم صغیر) ۵:۶	سیونتھ (ہفتم) ۸:۱۵
میجر تہرڈ (سوم کبیر) ۴:۵	اوکیٹھ (سرگم) ۲:۷

* بعض لوگ $\frac{۳۵}{۳۲}$ کی نسبت کو سی ٹون کہتے ہیں اور $\frac{۱۶}{۱۵}$ کو لیتا۔ (مسترجع)

دو اباعد کو جمع کرنے کا مفہوم ان کی تعددوں کی نسبتوں کو آپس میں ضرب دینا ہے۔

مثلاً مائیز تہرڈ + میجر تہرڈ = $\frac{۱}{۲} \times \frac{۵}{۴} = \frac{۵}{۸}$ یعنی ففتہ (پنجم)
 ففتہ + فورتھ = $\frac{۳}{۴} \times \frac{۵}{۴} = \frac{۱۵}{۱۶}$ یعنی اوکیٹھ (سرگم)
 ڈائیا ٹونک سبتک۔ جدید فن موسیقی میں عموماً ڈائیا ٹونک سبتک ہی مستعمل ہے۔ مندرکہ بالا اباعد کے نام اس سبتک میں، سُرّوں کے مقاموں کے لحاظ سے رکھے گئے ہیں 'اوکیٹھ' کے نام سے ظاہر ہے کہ جو بعد اُس سے مفہوم ہے آٹھواں ہے یعنی ڈائیا ٹونک سبتک پر اُس سُرّ کا مقام آٹھواں ہے۔ اس سبتک پر

سرگم کے دوسرے اور سروں کے مقاموں کی ترتیب اور ان کے
تعدادوں کی سلسلہ وار نسبتیں ذیل میں درج ہیں:-

س (س)	سا (ن)	سہ (د)	سچ (پ)	سز (م)	سک (ک)	سد (ر)	سھ (س)
$\frac{17}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$

اس کے معائنہ سے ظاہر ہوگا کہ س سے ر کا بُعد (یعنی
(د-س) ایک میجر ٹون (کبیر سرتی) ہے۔ بُعد (گ-ر) ایک مائنر ٹون
(صغیر سرتی) ہے۔ بُعد (گ-س) ایک میجر تہرڈ ہے۔ بُعد (پ-س)
ایک ففٹہ (پنجم) ہے وغیرہ۔ نیچے والے سر (س) کا امتداد
جو کچھ بھی ہو پورے سرگم کے لئے سروں میں مندرجہ بالا
اباعد کا ہونا ضرور ہے۔ اس سے اوپر اور اس سے نیچے کے
جو سرگم ہونگے ان میں بھی اتنے ہی سر ہونگے اور
ان سروں کے درمیان انہی اباعد کا توازن ہوگا۔ سب سے
چھوٹے صحیح اعداد جن میں بالترتیب ٹھیک سرگم کے اباعد
کی نسبتیں ہوتی ہیں حسب ذیل ہیں:-

س	ر	گ	م	پ	دھ	ن	س
۲۴	۲۷	۳۰	۳۲	۳۶	۴۰	۴۵	۴۸

کتابت کا طریقہ یہ ہے کہ اس سے اونچے سرگوں کے لئے
‘س’ (س)، ‘سا’ (ن)، ‘سہ’ (د) وغیرہ لکھے جاتے ہیں۔ اور نیچے
سرگوں کے لئے ‘س’ (س)، ‘سچ’ (پ)، ‘سز’ (م) وغیرہ۔ شکل ۵۷
میں سروں کے مقام معمولی موسیقی نشانوں (کلیف) کے ذریعہ

بتائے گئے ہیں۔

امتداد کے سیٹنڈرڈ - علمی اغراض سے "C" (سن) کے

لئے امتداد کا جو سیٹنڈرڈ

یامعیار قرار پایا ہے اس کا

تعداد ۵۱۲ ہے اور

"C" (سن) کے امتداد

کے لئے ۲۵۶ تعداد -

ان سے سہولت مد نظر

ہے کیونکہ اس قرارداد

پر اکثر سڑوں کے تعداد

صحیح عدد ہوتے ہیں۔

نکل (۵۷)

موسیقی کلیف (نشان)

بعض اوقات سڑ پیدا کرنے کے سیٹنڈرڈ دو شاخوں کا تعداد

۵۰، ۱۰۰ یا ۲۰۰ ہوتا ہے۔

موسیقی اغراض کے لئے فلہارمونک سوسائٹی نے (۵۸)

کے سڑ کا تعداد ۴۸ ف تپش پر ۴۳۹ مقرر کر لیا ہے

تپش کی صراحت اس لئے ضروری ہے کہ اکثر موسیقی آلات

کے سڑ جب ایک تپش پر صحت کے ساتھ ملائے جاتے ہیں

تو تپش کے بدل جانے سے ان کے سڑوں کے امتداد میں

تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔ ۴۸ درجہ فارنہائیٹ یورپ میں موسیقی

مجلسوں کے کمروں کی اوسط تپش ہوتی ہے۔ اس سیٹنڈرڈ

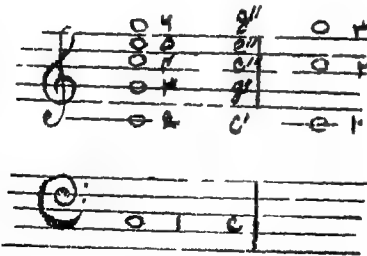
کو "بست امتداد" سے مخاطب کرتے ہیں۔ ۱۸۹۶ء سے پہلے

(دھ) کے سر کا تعدد ۴۰ ف پر ۴۵۲،۴ تھا جو ”بلند امتداد“ کے نام سے منسوب ہے۔ (دھ) کا تعدد اگر ۴۳۹ مانا جائے تو (س) کا تعدد ۵۲۶،۸ برآمد ہوتا ہے۔ پس علمی اغراض کے لئے جو موسیقی پیمانہ مجوز ہوا ہے اُس سے فلہارمونک سوسائٹی کا تجویز کردہ پیمانہ کی قدر اونچا ہے۔

کونکورڈ اور ڈسکورڈ (ہمواری اور ناہمواری)۔ بعض موسیقی اباعد کے ساتھ چند خاص خاص موسیقی احساس مخصوص ہوتے ہیں۔ اسی خصوصیت کی بدولت ان اباعد کا امتیاز ہوتا ہے۔ مثلاً ایک اوکٹیو یعنی سرگم کا بعد ایک ففتہ یعنی پنجم کے بعد سے یا ایک تہرڈ یعنی سوم کے بعد سے باسانی تمیز ہو سکتا ہے۔ ان تمام اباعد میں اوکٹیو کی آواز سب سے زیادہ ہموار ہوتی ہے۔ (یعنی جب دو سر جن کے تعددوں میں ایک سرگم کا بعد ہوتا ہے، ملکر نکلتے ہیں تو انکی آواز بہت ہموار اور پسند خاطر محسوس ہوتی ہے)۔ اور شاید سب سے بڑھ کر کزخت آواز بھی ٹون (نیم سرتی) کے بعد میں محسوس ہوتی ہے۔ مختلف اباعد کے مختلف موسیقی احساس کے متعلق ہلم ہولٹس کی یہ رائے ہے کہ جب کسی بعد کے دو سر برآمد ہوتے ہیں تو ان سروں اور ان کے اوور ٹونوں کے تداخل سے ضربیں پیدا ہوتی ہیں۔ آگے چلکر ہم بتائینگے کہ اکثر موسیقی آلوں سے (خواہ وہ تار کے ہوں یا ہوا کے) جب کبھی آواز نکلتی ہے تو اساسی (یا بنیادی) سر

کے علاوہ دوسری اور سُر تیاں، جو اور ٹون کہلاتی ہیں اور جن کے تعددوں کو اساسی سُر کے تعدد سے ۲، ۳، ۴، ۵ وغیرہ کی باقاعدہ ترتیب وار نسبت ہوتی ہے، پیدا ہوتی ہیں جب ضربوں کی تعداد کم ہوتی ہے تو آواز کرخت یا تاپند نہیں معلوم ہوتی۔ لیکن جب ان کی تعداد بڑھ جاتی ہے تو آواز کرخت اور تاپند محسوس ہوتی ہے۔ اسی کا نام ڈسکورڈ (ناہمواری) ہے۔ اعظم ناہمواری کے لئے ضربوں کی تعداد فی ثانیہ سُر کے تعدد پر منحصر ہوگی (اس لئے کہ اس کے واسطے ایک خاص بعد چاہیے)۔ ۵۱۲ تعدد کے سُر کے ساتھ ۳۲ ضربیں فی ثانیہ دینے والا سُر یعنی (۳۲ + ۵۱۲) یا ۵۴۴ تعدد کا سُر اگر بلکہ بجے تو اعظم ناہمواری محسوس ہوتی ہے۔ ان تعددوں میں $\frac{1}{4}$ کا بعد ہے جو ایک نیم سُر کی یعنی $\frac{1}{2}$ کے بعد سے ذرا سا کم ہے۔

مختلف اباغ کی



شکل ۵۸

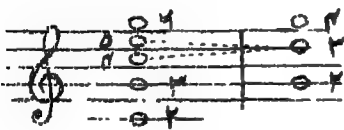
سرگم کے ساتھ کی اور ٹونیں (مضامع سُر تیاں)

ہمواری میں اختلاف محسوس ہونے کی وجہ اب معلوم ہو جائیگی۔ سرگم کی صورت میں نیچے امتداد والے سُر (س) کی پتیلی پانچ اور ٹونیں (مضامع) سُر تیاں حسب ذیل

ہیں :-

س ، پ ، س ، گ ، پ

(دیکھو شکل ۵۸) اور اوپر والے سر (س) کی مضاعف
 سرتیاں س ، پ ، س ۔ یہ سب کی سب نیچے والے سر
 کی بعض مضاعف سرتیوں سے منطبق ہوتی ہیں اس لئے
 ضربوں کا موقع نہیں آتا۔ اگر سرگم کا سر پوری صحت کیسا
 نہ بلا ہو تو واضح ہے کہ اوپر والے سر کی تمام مضاعف سرتیاں
 اور نیچے والے سر کی بعض مضاعف سرتیوں میں متداخل ہو کر
 ضربیں پیدا ہونگی جن کی وجہ سے راگ کی آواز بہت گرخت
 اور ناپسند محسوس ہوگی۔ اس لئے فوراً پہچان لیا جائیگا کہ
 سرگم کا سر برابر نہیں ملا ہے۔ لہذا سرگم کا سر ملانا آسان ہے۔



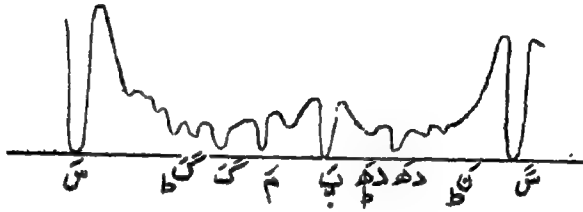
سے واضح ہوگا کہ نیچے امتداد والے سُر کی مضاعف سُرتی ۳ اور اوپر والے سُر کی مضاعف سُرتی ۲ دونوں ایک ہی ہیں۔ لیکن اوپر والے سُر کی مضاعف سُرتی ۳ نیچے والے سُر کی مضاعف سُرتی ۴ اور سُرتی ۵ کے ساتھ ضرب کہا سکتی ہے پس اس بُعد میں آواز کی ہمواری مکمل نہیں ہوتی لیکن ساتھ ہی ناہمواری بھی کچھ زیادہ نہیں ہوتی ہے۔

میجر تھرڈ یعنی کبیر سوم کے بُعد کی صورت میں (دیکھو شکل ۶) نیچے امتداد کے سُر کی مضاعف سُرتی ۴ اور اوپر والے سُر کی سُرتی ۳ کے تداخل سے ضربیں پیدا ہوتی ہیں۔ اسی طرح نیچے والے سُر کی سُرتی ۶ اور اوپر والے سُر کی مضاعف سُرتی ۵ کے ملنے سے بھی ضربیں بنتی ہیں۔ اوپر کے سُر کی مضاعف سُرتی ۲ کا تعدد نیچے کے سُر کی سُرتیوں ۲ اور ۳ کے تعددوں سے بہت مختلف ہونے کی وجہ سے ضربیں نہیں محسوس ہو سکتیں۔

اسی طرح دوسرے اباعد کی ناہمواریاں بھی دریافت کی جا سکتی ہیں۔

ہلم ہولٹس نے ایک منحنی کے ذریعہ پورے سرگم کے اباعد کی اضافی ناہمواری بتائی ہے۔ شکل (۶۱) میں یہ منحنی کھینچی گئی ہے۔ اس کے ملاحظہ سے ظاہر ہوگا کہ نیم سُرتی سے کچھ ہی کم بُعد پر اور پھر ہفتم سے اوپر ناہمواری اعظم واقع ہوتی ہے۔ اکیٹو یعنی سرگم، اور نیز پیچم بُعد کے ساتھ

ناہمواری اقل ہوتی ہے۔ شکل سے یہ بھی واضح ہوگا کہ (وکیٹو اور فہستہ پنچم) کے دونوں جانب منحنی نہایت



شکل (۶۱)

آواز کی ناہمواری اور سروں کے بعد میں تعلق (ہم پٹس منحنی کے ذریعہ)

ڈھالو ہے جس کی وجہ سے ان دونوں بعدوں کے سر ملانے میں اگر ذرا بھی کمی زیادتی واقع ہوتی ہے تو آواز نہایت ناہموار نکلتی ہے اور غلطی فوراً پہچان لی جاتی ہے اسی لئے برنیت اور اباعد کے 'سرگم' اور پنچم کے سروں کا صحت کے ساتھ ملانا آسان ہے۔

امتزاج - اگر کسی موسیقی آلہ پر ڈائیا ٹونک پیانہ سے (C) کے سر سے شروع کر کے بجانا ہو تو اس پر سرگم کے لئے آٹھ سر کا ہونا ضرور ہوگا۔ پیانہ کے ابتدائی سر کو س (۵۱۲ تعدد) مانیں تو پہلے دو سرگم حسب ذیل ہونگے:

(س)	(دھ)	(پ)	(م)	(گ)	(ر)	(ن)
۶۶۰	۸۶۴	۷۶۸	۶۸۲۵۶	۶۴۸	۵۷۶	۵۱۲
(س)	(دھ)	(پ)	(م)	(گ)	(ر)	(ن)
۲۰۴۸	۱۹۲۰	۱۷۲۸	۱۵۳۶	۱۳۶۵	۱۲۸۰	۱۱۵۲
						۱۰۲۴

لیکن چونکہ ٹون (سُرتی) کا بُعد کسی قدر بڑا ہوتا ہے اس لئے ڈائٹا ٹونک بیمانہ میں حسب تفصیل ذیل ایک ایک سیٹی ٹون (نیم سُرتی) شریک کرنے سے یہ بات رفع ہو جاتی ہے :-

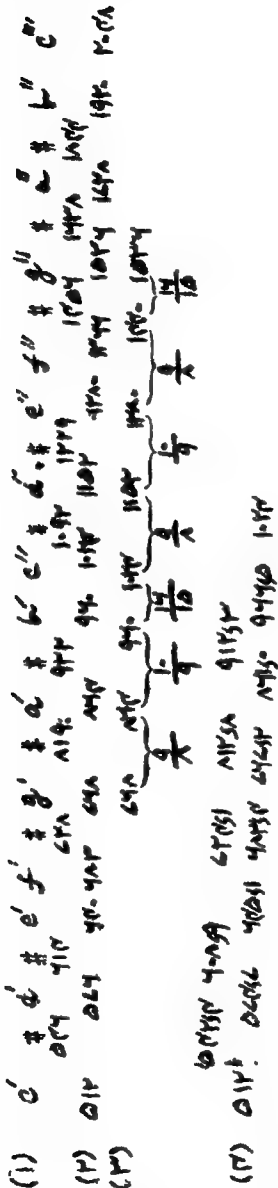
سُ اور ر کے بیچ میں، ر اور گ کے بیچ میں، م اور پ کے بیچ میں، پ اور دھ کے بیچ میں، دھ اور ن کے بیچ میں -

مکمل بیمانہ شکل ۶۲ (۱۱) میں بتایا گیا ہے۔ اب سرگم تک پہنچنے کے لئے بارہ سُرتے ہوتے ہیں۔ یہ پانچ نئے سُرتے جو بیمانہ میں شریک کئے گئے ہیں تیز سُرتے کہلاتے ہیں ان کے لئے یہ علامت # رکھی گئی ہے۔ بیمانہ کے سیاہ سُرتے ہی ہیں -

فرض کرو ڈائٹا ٹونک بیمانہ سُرت (پ) سے شروع کرنا مقصود ہے اور سُرتوں کے ابا بعد وہی رکھے گئے ہیں جو سُرت (م) سے شروع کرتے وقت رکھے گئے تھے۔ ایسی صورت میں بیمانہ کے سُرتوں کے تعدد حسب تفصیل مندرجہ شکل ۶۲ (۳) ہونگے۔ اس کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ یہ سب سُرت بائستلہ ساتویں کے (جس کا تعدد ۴۴۰ ہے) س سے شروع ہونے والے بیمانہ میں پیشتر ہی سے موجود ہیں۔ پس مصرعہ بالا سُرت یعنی پ (سوی میجر) سے بیمانہ شروع کرنے کے لئے ایک سُرت کے بڑھانے کی ضرورت

ہوتی ہے۔
دوسرے سر
پہلے سے موجود
ہیں ان میں
کسی ترسیم کی
ضرورت نہیں۔
اسی طرح معلوم
ہوگا کہ جب
کبھی ایک نئے
سر سے بیانہ
شروع کیا جائیگا
یعنی بجائے اس
کے کسی دوسرے
سر کو
ٹونک یا کی نوٹ
(کھرچ) بنایا
جائیگا باجے میں
چند نئے سروں
کی شرکت کی

بیانہ۔ ڈائیا ٹونک اور سادی تعادل کا
شکل (۱۶۲)



ضرورت داعی ہوگی۔ پس اگر کسی باجہ پر سر کی کھچیاں قائم
اور غیر متبدل ہیں (یعنی ایک کھچی سے ایک ہی تعادل کا سر

پیدا ہو سکتا ہے) تو واضح ہے کہ کسی ایک سُر سے پیانہ شروع کر کے سرگرم تک پہنچنے کے لئے کبھیوں کی تعداد بیکند کثیر ہونی چاہیئے جو عملاً ناممکن ہے۔ اس وجہ سے پیانہ میں عموماً امتزاج قائم کیا جاتا ہے۔ یعنی پیانہ کے اباعد میں ترتیم کی جاتی ہے جسکی وجہ سے کسی سُر سے بھی پیانہ شروع کیا جاسکتا ہے۔ سُروں کے بُعد ہر صورت میں قریب قریب صحیح ہوتے ہیں۔ کبھی بھی مطلق صحیح نہیں ہوتے۔ مثلاً # "ف" (م) کو (پ) کبیر کے پیانہ میں بطور ساتویں سُر کے شریک کر لیا جاسکتا ہے۔ اگرچہ اُس کا تعدد ۱۴۵۶ ہے نہ کہ ۱۴۴۰۔

سارنگی کے سے موسیقی ساز میں جس میں سُر قائم اور غیر متبدل نہیں ہوتے ہیں بلکہ بجانے والا ساز کو حسب ضرورت ترتیب دے کر انہیں پیدا کرتا ہے کسی سُر کو بھی کہرج (ٹونک) بنا کر پیانہ کے راگ کامل صحت کے ساتھ بجا سکتے ہیں۔ گانے میں بھی اس طرح کی کامل صحت ممکن ہے مساوی امتزاج کا پیانہ۔ غیر متبدل سُروں کے موسیقی ساز (مثل پیا نو یا ارگن) کے پیانہ کو معتدل بنانے کے مختلف طریقے ہیں۔ اسوقت جو طریقہ عام طور پر مروج ہے اُس میں سرگرم کے بُعد کو ۱۲ بالکل مساوی نیم سُرتیوں پر تقسیم کرتے ہیں۔ اس لئے اُس کا نام مساوی امتزاج کا پیانہ رکھا گیا ہے۔ واضح ہے کہ یہ پیانہ کسی کہرج کے لئے بھی صحیح ڈائیا ٹونک

پیمانہ نہیں ہو سکتا لیکن ہر کھرج کے لحاظ سے اس کا
حسن و قبح مساوی ہے۔

چونکہ اس پیمانہ کی نیم سُرقتی کو ۱۲ مرتبہ دوہرانے سے
سُر کا تعدد دوچند ہو جاتا ہے اس لئے اگر اُس کے بعد
کو لا قرار دیا جائے تو

$$۲ = ۱۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲$$

$$۲ = ۱۲$$

$$۱۵۰۵۹۵ = \frac{۱۲}{۲} = ۴$$

ڈائیا ٹونک پیمانہ کی نیم سُرقتی $\frac{۱۲}{۱۵} = ۱۵۰۶۶$ ہوتی
ہے۔ پس مساوی امتزاج کے بعد سے اُس کا بعد کچھ ہی
زیادہ ہوتا ہے۔ مساوی امتزاج کے بعد یعنی ۱۵۰۵۹۵
سے اگر (س) کو سُر کبھی مان کر پیمانہ بنایا جائے تو اُس کے
سُروں کے تعدد حسب تفصیل مندرجہ شکل ۶۲ (۳) ہونگے
اُس کے دیکھنے سے ظاہر ہوگا کہ اُس کا کوئی بعد بھی مکمل
صحیح نہیں ہے ساتھ ہی چنداں غلط بھی نہیں ہے۔ سب سے
زیادہ غیر صحیح # ہے جس میں تعدد بجائے ۹۲۲ ہونے
کے ۹۱۲، ۳ ہے۔ لیکن یہ سقم صرف وہی مشاق پہچان
سکتا ہے جس نے موسیقی کی باضابطہ تعلیم پائی ہو۔ دوسرے
سُر ڈائیا ٹونک سُروں سے کافی قریب ہیں۔ اس شکل
سے یہ بھی صاف ظاہر ہوتا ہے کہ کسی سُر کو بھی کھرج

(ٹونک) ماننے سے پیمانہ کی وہی کیفیت ہوتی ہے جو (س) کو ماننے سے ہوتی ہے۔

چھٹے باب کی مشقیں

(۱) - موسیقی بُعد کا مفہوم کیا ہے بیان کرو۔ ثابت کرو کے دو بُعدوں کے سُروں کی تعدادوں کی نسبتوں کو آپس میں ضرب دینے سے اُن بُعدوں کا مجموعہ حاصل ہوتا ہے۔

(۲) - ڈائیا ٹونک پیمانہ کے سُروں کے اضافی تعداد لکھو اور ان سُروں کے ابعاد کے نام ترتیب وار بتاؤ۔

(۳) - کئی ابعاد ایسے ہیں کہ اُن میں آواز نا ہموار محسوس ہوتی ہے اُس کی کوئی وجہ بیان کرو۔ تاروں کے سُروں میں ایک سرگم کا بُعد ترتیب دینا بہت زیادہ آسان ہے بہ نسبت چہارم بُعد کے اُس کا کیا سبب ہے سمجھاؤ۔

(۴) - غیر تبدیل تاروں کے ساز کے لئے مساوی استخراج کا پیمانہ کس طرح بنایا جاتا ہے بیان کرو۔



ساتواں باب



تاروں کا ارتعاش

تنے ہوئے تار میں موج - تنے ہوئے تار عرضی موجوں کی اشاعت کی قابلیت رکھتے ہیں۔ اگر تنے ہوئے تار کا ایک حصہ ایک جانب اڑا کھینچا جائے اُس کا تناؤ اُس کو پھر اپنی اصلی سکون کی وضع میں واپس جانے پر مجبور کرتا ہے۔ معینہ تار کے جمود کی وجہ سے جس قوت کے باعث تار کے حصے میں نقل مکان واقع ہوتا ہے اُس کا پورا اثر پیدا ہونے کے لئے کچھ وقت صرف ہوتا ہے۔ پس ایک خاص رفتار کے ساتھ تار پر سے ایک موج گزر سکتی ہے۔ ایسی موج رستی پر سے گزرتی ہوئی آسانی سے دکھائی دے سکتی ہے۔ رستی کا ایک سیرا ۲ (شکل ۶۳) باندھ دیکر دوسرے سرے سے با کو اگر خفیف ساتان کر افقی وضع

میں پکڑا جائے، اور پھر یہ کایک جھٹکا دے کر ب کو ذرا سا

بازو ہٹایا جائے

تو موج (۱) اٹھیلی

اور رستی پر سے

جیسا کہ (۲) اور

(۳) کے ذریعہ بتایا

گیا ہے، گزرتی

ہوئی دوسرے

سرے تک

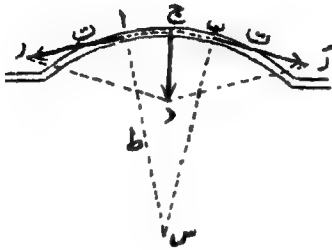
تنے ہوئے تار میں موج

چلی جائیگی۔ اگر رستی کو بہت کھینچ کر پکڑا نہ گیا ہو تو اس
موج کی رفتار کم ہوگی اور وہ رستی پر سے گزرتی ہوئی
دکھائی دیگی۔ جوں جوں تناؤ بڑھایا جائیگا موج کی رفتار
بھی تیز ہوتی جائیگی۔ اگر رسی کو باقاعدہ طور پر بالترتیب
سیدھے بائیں جانب جھٹکے دئے جائیں تو رستی پر سے
سادہ موسیقی حرکت کے منحنی کے مشابہ، ایک موج گزرے گی۔
۲ کے پاس پھینکر موج منعکس ہو جائیگی۔ آگے چل کر ہم اس کے
انعکاس پر بحث کریں گے۔

تنے ہوئے تار پر موج کی رفتار۔ جس طرح بیچکڑ کی
موج کی رفتار دریافت کرتے وقت صفحہ (۱۰۰) پر علم حرکت
کے اس عام مساوات:

$$\text{وقت} = \text{گیت} \times \text{اسراع}$$

سے مدد لی گئی تھی، عرضی موج کی رفتار بھی اسکی بدولت شمار ہو سکتی ہے۔
فرض کرو تار کا تناؤ (ت) ڈائین ہے۔ اُس کے ایک
چھوٹے حصہ ۲ ب (شکل ۶۴) کے دونوں سروں پر قوت
(ت) ڈائین عامل ہے۔



جب یہ حصہ موج کی
روانی کی وجہ سے مڑ جائے
ہے تو اُس کے انحناء کے

سبب سے یہ دونوں
قوتیں (ت) ایک خط
میں نہ ہونگی۔ اُن کا

شکل (۶۴)

حاصل تار کے اس حصہ تنے ہوئے تار کے چھوٹے حصہ پر عمل کرنے والی قوتیں
کو موج سے پہلے کی سی تعادل کی حالت میں لینے سیدھی
وضع میں لانے کا متقاضی ہوگا۔

ان قوتوں کو خطوط ج ر، ج د سے (جو مساوی ہیں)
تعبیر کر کے قوتوں کے متوازی الاضلاع کی تکمیل کرو۔ حاصل
قوت وطر ج د ہوگا۔ چونکہ تار کا حصہ ۲ ب بہت چھوٹا
فرض کیا گیا ہے اُس کے سروں کے عمود نقطہ (س) پر
ملینگے اور س ۲ = س ب = تار کے انحناء کا نصف قطر
(ط) مقام (ج) پر۔ مہذا شکل ۲ ب س کو تقریباً مثلث
مان سکتے ہیں جو مثلث ج د ر کے متماثل ہے۔

$$\therefore \frac{ج د}{ج ر} = \frac{۲ ب}{س ۲}$$

∴ ج د = ج ر $\frac{اب}{ط}$
 یعنی تار کو اصلی وضع میں واپس لانے والی قوت = ت $\frac{اب}{ط}$
 اگر تار کی اکائی طول کی کمیت (ک) قرار دی جائے تو
 طول اب کی کمیت اب \times ک ہوگی۔
 اور چونکہ قوت = کمیت \times اسراع

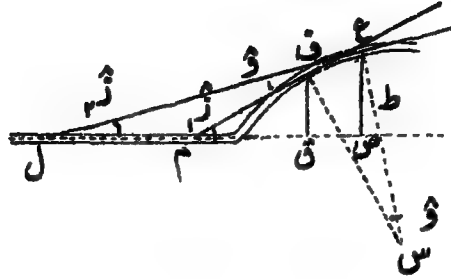
تار پر کے کسی نقطہ کا اسراع = ت $\times \frac{اب}{ط} \times \frac{۱}{اب \times ک}$

یا اسراع = $\frac{ت}{ک \times ط}$ (۱)
 اب ہم اس اسراع کو موج کی رفتار ر کے ساتھ کیا تعلق
 ہے دریافت کرتے ہیں۔ شکل ۶۵ میں تار کے ایک چھوٹے
 حصہ ع ف پر غور کرو جہاں رفتار میں تبدیلی ہو رہی ہے۔
 نقطہ ع کی رفتار = موج کے منحنی کا میل = $\frac{ع ص}{ص ل}$ (صفحہ ۵۳)

یعنی تار کے نقطہ ع کی رفتار = $\frac{ع ص}{ص ل} = \text{سرٹم}$
 اس لئے کہ زاویہ نہ بہت چھوٹا ہونے کی وجہ سے

نسبت $\frac{ع ص}{ص ل}$ کے مساوی لکھا جاسکتا ہے۔ شکل ۶۵ میں
 وضاحت کی غرض سے تار کی صورت میں جو تبدیلی بتائی
 گئی ہے مبالغہ آمیز ہے۔ دراصل موج کی وجہ سے تار
 کی شکل میں بہت خفیف تغیر واقع ہوتا ہے اور زاویہ نہ

علی العموم بہت چھوٹا ہوتا ہے۔



نشل (۶۵)

موج کی حالت میں تار کے ذرّوں کی رفتار کے لئے نشل۔

اسی طرح (ف) کی رفتار = سائٹ
 ∴ جب موج (ف) سے (ع) کو جاتی ہے تو اُسی
 مدت میں ذرّے کی رفتار (سائٹ) سے بدلکر (سائٹ) ہو جاتی ہے
 سائٹ - سائٹ

∴ ذرّے کا اسراع = مدت جس میں موج فاصلہ ف ط کرتی ہے
 ع اور ف کے پاس منحنی کے نصف قطروں (س ف اور س ع)
 کے مابین زاویہ (ڈ) واقع ہوا ہے اور وہ خطوط ل ع اور
 م ف کے تقاطع سے جو زاویہ بنتا ہے اُس کے مساوی
 ہے۔

∴ قوس ع ف کا طول = ط ڈ = (ڈ - ٹ) ع ف
 اور موج کو یہ فاصلہ ع ف ط کرنے میں وقت ع ف
 صرف ہوتا ہے۔

$$\frac{ط}{س} \quad \text{یعنی}$$

$$\frac{س^۲}{ط} = \frac{س (ث_۱ - ث_۲)}{\frac{ط}{س}}$$

$$\text{اس لئے کہ } (ث_۱ - ث_۲) = \hat{و}$$

(۱) اور (۲) جلوں سے جو اسراع کے لئے ماخوذ ہوئے ہیں یہ مساوات حاصل ہوتی ہے۔

$$\frac{س^۲}{ط} = \frac{س}{ک ط}$$

$$\therefore \frac{س}{ک ط} = \frac{س^۲}{ط} \quad (۳)$$

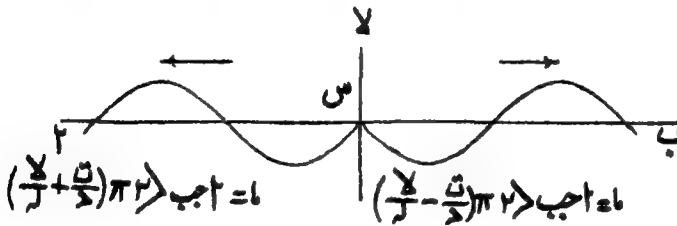
پس اگر تار پر سے ایسی عرضی موج گزرتی ہے کہ اس کے ذروں کے انتقال کا فاصلہ ہمیشہ قلیل ہوتا ہے اور تار کے مڑنے میں کوئی قابل لحاظ دشواری نہیں پائی جاتی تو موج کی رفتار $\frac{س}{ک ط}$ ہوتی ہے۔ اگر یہ دوسری شرط پوری نہ ہو تو تار کے مڑنے سے دوسری اور قویں اس پر عامل ہوتی ہیں جس کی وجہ سے مسئلہ بہت پیچیدہ ہو جاتا ہے۔ اس کتاب میں صرف ایسے باریک تاروں کے عرضی ارتعاش کا حال بیان ہوگا جن کی سختی ناقابل لحاظ سمجھی جاسکتی ہے۔ تار کی موسیقی موجیں۔ عرضی موجوں پر عام طور پر بحث کرتے ہوئے ہم نے صفحہ ۵۵ پر بتایا تھا کہ موسیقی موج کے لئے یہ مساوات صادق آتی ہے:-

$$\lambda = 2 \text{ جب } \left(\frac{t}{2} - \frac{\lambda}{2} \right) \pi = 2\pi n \text{ —}$$

(جہاں سے مراد وقت دوران ہے)
اور کسی مرتعش تار کے ذرے کی حرکت کی مساوات

$\lambda = 2$ جب $\left(\frac{t}{2} - \frac{\lambda}{2} \right) \pi = 2\pi n$
پہلی مساوات میں λ کو صفر کے مساوی لکھنے سے
ماخوذ ہوتی ہے۔

اگر کسی تار کے وسطی مقام پر کے ذرے کو سادہ موسیقی
حرکت دی جائے تو واضح ہے کہ موجیں اُس سے منسلک
تار کے دونوں سروں کی طرف جائیگی۔ مثلاً شکل (۶۶)
میں اگر تار λ ب کے وسطی ذرے (س) کو محور سے
پر سادہ موسیقی حرکت دی جائے تو ایک موج λ کی مثبت



شکل (۶۶)

ایک مرتعش ذرے کے پاس سے اٹھنے والی موجیں

سمت میں جائیگی اور دوسری اُس کی منفی سمت میں
پہلی موج کی مساوات

$$\lambda = 2 \text{ جب } \left(\frac{t}{2} - \frac{\lambda}{2} \right) \pi = 2\pi n \text{ ہے}$$

اس لئے کہ جو ذرے تار پر (س) کے سیدھے جانب زیادہ دُور واقع ہوتے ہیں اُن کے ارتعاش کی ہئیت میں زیادہ تاخیر پائی جاتی ہے۔ بائیں جانب جانے والی موج کی مساوات

$$y = a \sin \left(\pi x \left(\frac{1}{\lambda} + \frac{t}{T} \right) \right)$$

اس لئے کہ اس موج پر جن ذروں کی ہئیت میں زیادہ تاخیر ہوتی ہے اُن کے لئے (-) کی قیمت زیادہ ہوتی ہے

یعنی موج کی روانی کی سمت کا کی علامت سے ظاہر ہوتی ہے۔ کا کی مثبت سمت میں جانے والی موج کی علامت مندرجہ بالا مساوات میں منفی ہوتی ہے اور کا کی منفی سمت میں جانے والی موج کی علامت مثبت۔

جب کا کی قیمت صفر ہوتی ہے تو دونوں مساواتیں شکل بدل کر $y = a \sin \pi x$ ہو جاتی ہیں۔ موجوں کا انعکاس تاروں میں۔ تنے ہوئے تار پر جب موجیں ایسے مقام پر پہنچتی ہیں جہاں تار جکڑا ہوا ہوتا ہے تو وہ منعکس ہو جاتی ہیں۔ انعکاس کی حالت میں کیا واقع ہوتا ہے معلوم کرنے کے لئے فرض کرو تار کا ایک ذرہ یا نقطہ (ن) کے پاس شکنجہ میں جکڑ دیا گیا ہے (شکل ۶۷)۔ شکنجہ کی وجہ سے تار کا یہ حصہ حرکت کر نہیں سکتا

اگر شکبجہ نہ ہوتا تو تار کا نقطہ (ن) سادہ موسیقی حرکت کرتا۔

لیکن چونکہ وہ

اس حرکت سے

روک دیا گیا

ہے اس لئے

وہ شکبجہ پر ایک

سادہ موسیقی قوت

لگاتا ہے۔ اس کے جواب میں شکبجہ بھی اُس پر ایک ایسی ہی

قوت لگاتا ہے۔



(شکل ۶۷)

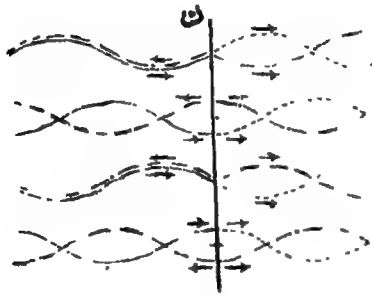
مرتبش تار کا ایک نقطہ سکون کی حالت میں قائم رکھا گیا ہے

لگاتا ہے۔ اس کے جواب میں شکبجہ بھی اُس پر ایک ایسی ہی قوت لگاتا ہے۔

ہم نے (صفحہ ۱۹۳) پر سمجھایا ہے کہ جب تار کے کسی مقام پر ایک سادہ موسیقی قوت عمل کرتی ہے تو دو موسیقی موجیں پیدا ہوتی ہیں جو اس مقام سے نکل کر مخالف سمتوں میں جاتی ہیں۔ چونکہ نقطہ (ن) کے داہنے جانب (شکل ۶۷) کے تمام ذروں کی حاصل حرکت صفر ہوتی ہے اس لئے داہنے جانب کو جانے والی جو موج شکبجہ کے عمل سے پیدا ہوتی ہے 'واقع' موج کے نقطہ (ن) کے داہنے جانب کے سلسلہ کے ٹھیک مساوی اور مخالف ہوتی ہے۔ شکبجہ کے عمل سے دوسری جو موج بائیں جانب جاتی ہے وہی منعکس موج ہے۔ نقطہ (ن) کے داہنے جانب تار کی کچھ حرکت نہیں اس لئے تار کے اس حصہ کا وجود و عدم وجود دونوں

ایک ہیں۔ ن تار کا ایک جکڑا ہوا سر ہو سکتا ہے۔ حقیقی موجیں صرف واقع اور منعکس موجیں ہیں۔ منعکس موج کی ہیئت متذکرہ بالا حالات کے لحاظ سے دریافت ہو جاتی ہے۔

شکل (۶۸) میں موج کے وقوع و انعکاس کی چار



(شکل ۶۸)

متواتر حالتیں
بتائی گئی
ہیں۔ واقع موج
مسل خط
میں کھینچی گئی
ہے۔ جکڑے

ہوئے سرے

کے پار اُس کا = تار کے جکڑے ہوئے سرے کے پاس موج کا انعکاس
سلسلہ نقطہ دار خط کے ذریعہ بتایا گیا ہے۔ شکبہ کے عمل
سے جو دو موجیں نقطہ ن سے پیدا ہوتی ہیں زنجیر نا خط
کے ذریعہ بتائی گئی ہیں۔ شکل کے دیکھنے سے معلوم
ہو جائیگا کہ ن کے پاس منعکس موج کی ہیئت ہمیشہ
ایسی ہوتی ہے کہ واقع اور منعکس موجوں کے زیر اثر اُس کا
(یعنی ن کا) حاصل 'خلل' صفر ہوتا ہے۔

مساوات کے ذریعہ یہ موجیں اِسی طرح

سمجھائی جاسکتی ہیں:-

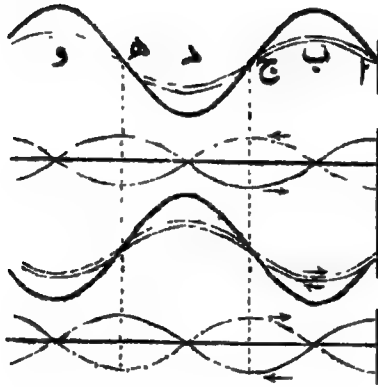
واقع موج کی مساوات $\lambda = \lambda$ جب $\pi > \pi$ (ت - ک) ہے اس کو تلف کرنے کے لئے یہ تصور کرنا چاہئے کہ موج $\lambda = \lambda$ جب $\pi > \pi$ (ت - ک) نقطہ (ن) سے پیدا ہو کر داہنے جانب جاتی ہے۔ اس کے ساتھ کی دوسری موج کی مساوات جو نقطہ ن سے اُسی وقت نکلتی اور بائیں جانب جاتی ہے، یہ ہے:

$$\lambda = \lambda - \text{جب } \pi > \pi \text{ (ت + ک)}$$

ن سے نکل کر داہنے جانب کو جانے والی موج کی مساوات میں λ کی علامت کو تبدیل کرنے سے یہ مساوات بنتی ہے۔ اور وہ منعکس موج کی مساوات ہے۔
مقیم ارتعاشیں اور تداخل - صفحہ (۱۳۸) پر ہم نے دیکھا تھا کہ ایک ہی تعدد کے دو موجوں کے سلسلے جب کسی واسطہ میں سے گزرتے ہیں تو انہیں تداخل ہو کر واسطہ میں یکے بعد دیگرے، اعظم اور صفر داخل کے غیر متبادل مقام مرتب ہوتے ہیں۔ تار کا ایک سرا جکڑ دیا جاتا ہے تو اُس میں بھی یہی بات پیدا ہوتی ہے۔ موجوں کا انعکاس ہو کر واقع اور منعکس موجوں میں تداخل ہوتا ہے اور تار کا ارتعاش 'مقیم' بن جاتا ہے

شکل (۶۸) کی مدد سے یہ معلوم ہو سکتا ہے کہ

ارتعاش کے ایک مکمل دور کی مدت میں واقع اور منعکس
سوجوں کی اضافی ہئیتیں کیا ہوتی ہیں۔ شکل (۶۹) میں



ان دونوں
(یعنی واقع اور
منعکس) موجوں
کا حاصل مجموع
دریافت کیا گیا
ہے جو ٹٹے خط
میں جو منحنی
کھینچا گیا ہے
یہی حاصل مجموعی
موج ہے۔

(شکل ۶۹)

تار کا حاصل ارتعاش

یعنی اس سے

تار کی حقیقی شکل کا (حالت ارتعاش میں) پتہ چلتا
ہے۔ ربع وقت دوران کے فصل سے چار حالتیں
بتائی گئی ہیں۔ نقطے 'ا'، 'ج'، 'د' وغیرہ ساکن ہیں
یعنی وہ صفر 'خلل' کے مقام ہیں اور 'عقودہ'
کہلاتے ہیں 'ب'، 'د'، 'و' وغیرہ اعظم 'خلل'
کے مقام ہیں اور 'ضعف' کہلاتے ہیں۔ شکل کے
ملاحظہ سے یہ بھی ظاہر ہوگا کہ دو متبادل عقدوں یا
یا ضد عقدوں کے بیچ میں فاصلہ ایک طول موج

ہے۔

تار کا قطعہ آج یا جھ تار کے ایک بازو سے دوسرے بازو (یعنی تار کی حالت سکون کی وضع پر عمودوار) حرکت کرتا ہے۔ اس کے ہر ایک ذرہ یا نقطہ کی حرکت سادہ موسیقی ہے۔ لیکن کسی دو متصل قطعوں کی ہئیتیں مخالف ہیں۔ معینا ایک ہی قطعہ کے نقطوں یا ذروں کی ہئیت ہمیشہ ایک ہوتی ہے۔

تار کی حاصل مجموعی حرکت کی مساوات اس کی واقع اور منعکس موجوں کی مساواتوں سے بہت آسانی کے ساتھ اخذ کی جاسکتی ہے۔

چونکہ واقع موج میں $\lambda = 2 \text{ جب } \langle \pi^2 \rangle \left(\frac{t}{\tau} - \frac{\lambda}{\tau} \right)$

اور منعکس موج میں $\lambda = 2 \text{ جب } \langle \pi^2 \rangle \left(\frac{t}{\tau} + \frac{\lambda}{\tau} \right)$
 \therefore ان دونوں موجوں کے حاصل کی مساوات

$\lambda = 2 \text{ جب } \langle \pi^2 \rangle \left(\frac{t}{\tau} - \frac{\lambda}{\tau} \right) - \langle \pi^2 \rangle \left(\frac{t}{\tau} + \frac{\lambda}{\tau} \right) = 0$

$= 2 \text{ جب } \langle \pi^2 \rangle \frac{\lambda}{\tau} \text{ جسم } \langle \pi^2 \rangle \frac{t}{\tau}$

یا $\lambda = 2 \text{ جب } \langle \pi^2 \rangle \frac{t}{\tau}$

جہیں $\lambda = 2 \text{ جب } \langle \pi^2 \rangle \frac{\lambda}{\tau}$
 پس تار کا ہر ایک نقطہ یا ذرہ ایک سادہ موسیقی

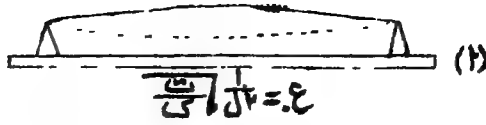
حرکت انجام دیتا ہے جس کا حیظ ارتعاش (ح) تار کے مختلف مقاموں پر مختلف ہے۔ جب وقت = صفر تو

جم $\pi/2 = \frac{v}{\lambda} t$ اور $22 = \text{جب } \pi/2 = \frac{v}{\lambda} t$ - اس مساوات سے اس خاص وقت میں تار کی شکل کیا ہوگی معلوم ہوتی ہے۔ جن مقاموں پر $\lambda = \text{صفر}$ ، $\lambda = \frac{\lambda}{2}$ ، $\lambda = \frac{3\lambda}{4}$ وغیرہ حیظ ارتعاش صفر ہے۔ یہ نقطے عقدہ ہیں۔

جہاں $\lambda = \frac{\lambda}{4}$ ، $\lambda = \frac{3\lambda}{4}$ ، $\lambda = \frac{5\lambda}{4}$ وغیرہ، حیظ ارتعاش ۲۲ ہے (یا -۲۲)۔ اور یہ نقطے ضد عقدہ ہیں۔

دونوں سروں پر جکڑا ہوا تار۔ کسی تار کو جس کے دونوں سرے جکڑے ہوئے ہوں ایک مقام پر سادہ موسیقی حرکت دی جائے تو اُس مقام سے موجیں دونوں سروں کی طرف جائیگی۔ وہاں سے منعکس ہو کر مقابل کے سروں پر پہنچیں گی اور پھر لوٹ کر اپنے ابتدائی مقام پر واپس آئیں گی۔ یعنی ہر ایک موج تار کے طول کا دوچند فاصلہ طے کرے گی۔

اگر یہ موجیں ابتدائی مقام پر ایسے وقت میں پہنچتی ہیں کہ وہاں پھر ایک نیا دخل آگئی ہوگی تو میں تیار ہے جس ہمیت میں موجیں پہنچتی ہیں تو



(۱)



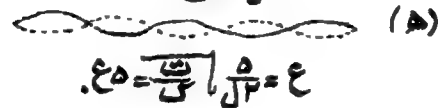
(ب)



(ج)



(د)



(ه)

شکل (۷۰)

تے ہوئے تار کے ارتعاش کی مختلف صورتیں -
اسی طرح مساوات کی یہ صورتیں بھی ممکن ہیں :

$$c = \frac{v}{\lambda} \quad \text{وغیرہ}$$

پس واضح ہے کہ ایک ہی تار کے عرضی ارتعاش کے کئی تعدد ممکن ہیں - اور ان تعددوں کو آپس میں طبعی اعداد

۱ : ۲ : ۳ : ۴ : وغیرہ کی مناسبت ہے -

یہی نتیجہ زیادہ آسانی کے ساتھ اس طرح اخذ کیا جاسکتا ہے : تار کے جکڑے ہوئے سروں پر

عقدے ہونا ضرور ہے۔ پس تار جب سادہ ترین قسم کا ارتعاش کرتا ہے تو اُس کے دونوں سروں پر ایک ایک عقدہ ہوتا ہے اور بیچ میں ایک ضد عقدہ جیسا کہ شکل ۷۰ (الف) میں بتایا گیا ہے۔ ایسی صورت میں تار کا طول نصف طول موج کے مساوی ہوتا ہے۔

$$\text{یعنی } \text{ل} = \frac{\text{ل}}{۲} \text{ اور } \text{ع} = \frac{۱}{۲} \text{ مائٹ}$$

یہ تار کے سب کے کم تعدد کا ارتعاش ہے۔ اور ع. تار کے بنیادی سر کا تعدد ہے۔

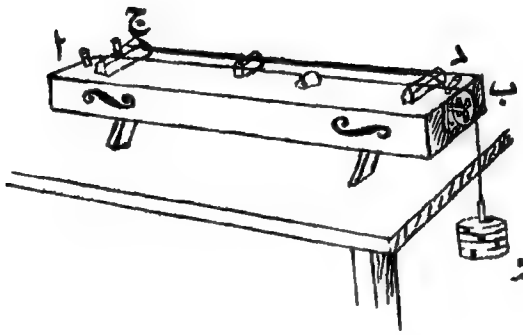
پہچیدگی کے لحاظ سے تار کے پہلے ارتعاش سے ایک درجہ بڑا ہوا جو ارتعاش ہوتا ہے اُس میں تار کے دونوں سروں پر ایک ایک عقدہ اور بیچ میں بھی ایک عقدہ ہوتا ہے (دیکھو شکل ۷۰ ب)۔ اس صورت میں

$$\text{ل} = \text{ل} \text{ اور } \text{ع} = \frac{۱}{۲} \text{ مائٹ} = \text{ع}۲$$

یہ سر پہلی اوور ٹون یا ہارمونک (پہلی مضاعف سُر) کہلاتی ہے۔ اسی طرح اشکال (ج)، (د)، (۵) وغیرہ میں تعدد بالترتیب ع. ۳، ع. ۴، ع. ۵ وغیرہ ہوتے ہیں۔ اکثر ۱۰ ع. تک اونچے تعدد کی اوور ٹونیں (مضاعف سُریاں) بھی پہچانی جاسکتی ہیں۔

اکتارا یا صوت پیمائش۔ تاروں کے ارتعاش کی

کیفیت اکثر ایک آلہ کے ذریعہ معلوم کی جاتی ہے جو اکتارا یا صوت پیمہ کہلاتا ہے۔ ایک تختہ پر ایک تار کوتان دیتے ہیں۔ تار کا ایک سر (۲) (شکل ۷۱) ایک کنبی سے باندھ دیا جاتا ہے۔ دوسرا سر (ب) ایک



شکل (۷۱)

اکتارا یا صوت پیمہ

چرخ پر سے ہو کر ایک حلقہ پر ختم ہوتا ہے جس سے معلوم وزن (د) لٹاکر تار میں تناؤ پیدا کیا جاتا ہے۔ ج اور د کے پاس دو گھوڑیاں، تختہ پر جمادی گئی ہیں۔ ان کے علاوہ اور گھوڑیاں بھی ہیں جو تختہ پر ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہو سکتی ہیں۔ بعض اوقات ایک دوسرا تار بھی تختہ پر، کنبیوں سے باندھ کر، تانا جاتا ہے۔ اگر تار کو کسی مقام پر کمان سے رگڑیں یا انگلی سے چھیڑیں، تو تار اس طور پر ارتعاش کرے گا کہ مقام مذکور

پر عقدہ نہ ہوگا پس اگر تار کو بیچ میں کمان سے رگڑیں تو
 ۲. ج. ۴. وغیرہ تعددوں کے سر پیدا نہ ہو سکیں گے
 اور اساسی (یا بنیادی) سر سب سے زیادہ بلند ہوگا۔
 اگر تار کو کسی مقام پر ایک برش یا کاغذ کے ٹکڑے
 سے خفیف سا چھوئیں تو اُس مقام پر ضرور عقدہ
 بنے گا۔ احتیاط کے ساتھ تار کے رگڑنے اور روکنے کے
 مقام انتخاب کرنے سے (شکل ۷۰) کے ارتعاشوں میں
 سے کسی قسم کے ارتعاش بھی عمل میں آ سکتے
 ہیں اور ان کے سروں کے امتداد کا امتیاز ہو سکتا
 ہے۔ مہذا تار کے ان مختلف اقسام کے ارتعاش،
 اس پر ہلکے کاغذ کے راکب یا حلقے چڑھا کر دیکھ
 سکتے ہیں۔ جہاں جہاں عقدہ ہوگا وہاں کے راکب
 اڑ جائیں گے (یا حلقے تندی کے ساتھ حرکت کریں گے)
 لیکن عقدوں پر گے راکبوں کو سکون ہوگا۔ (شکل ۷۲)
 میں تار نقطہ ج کے پاس برش سے روکا گیا
 ہے جو ۲ سے بہت در تار کے طول کے $\frac{1}{4}$
 حصہ کے دور واقع ہے۔ اور تار ۲ اور ج کے
 بیچ میں کمان سے رگڑا جاتا ہے پس اُس کے
 ارتعاش کی صورت شکل ۷۰ (ج) کے مشابہ ہے
 ۳ اور ۴ پر کے راکب ارتعاش سے اڑ جاتے ہیں اور
 ۵ پر کا راکب برقرار رہتا ہے۔



شکل (۱۶۳)

تار کے ارتعاش کی پہچان

تجربہ ۴۔ یہ ثابت کرنے کے لیے کہ تنے ہوئے تار کا تعدد اس کے طول کی عکسی نسبت سے بدلتا ہے۔ معلوم تعدد کے چند دو شانے لہو اکتارے کی غیر قائم گھوڑی کو تار کے نیچے حسب ضرورت ہٹا کر ایسا طول (ل) دریافت کرو جو (ع) تعدد ارتعاش والے دو شاخوں کے ساتھ ہم سر ہو۔ پھر اس طول کو احتیاط کے ساتھ ناپو۔ یہی عمل دوسرے دو شاخوں کے ساتھ کرو۔ تار سے کچھ وزن لٹکایا گیا ہو اس کو مستقل رکھو تا کہ تناؤ میں تبدیلی نہ ہونے پائے۔

نتائج اس تفصیل سے لکھو:-

سُر کے دو شانے کا تعدد	تار کا طول	$ع \times ل$

آخری خانہ میں حاصل ضرب تعدد \times طول لکھو۔
اگر تجربہ صحیح طور پر کیا جائے تو یہ حاصل ضرب مستقل
ہوگا۔ جس سے ثابت ہوتا ہے کہ تعدد تار کے طول
کی عکسی نسبت سے بدلتا ہے۔

تجربہ (۵)۔ یہ ثابت کرنے کے لیے

کہ تار کا تعدد اس کے تناؤ کے جذر المربع
کی راست نسبت سے بدلتا ہے۔

صوت پیدا کرنے کے قائم تار کے نیچے ایک گھوڑی رکھو
تاکہ تار کا ایک قطعہ مرتعش کرنے سے مناسب
امتداد کا ایک سُر پیدا ہو۔ دوسرے تار کو ایک
معلوم وزن کے ذریعہ تان کر اس کے نیچے کی غیر
قائم گھوڑی کو حسب ضرورت آگے پیچھے ہٹا کر تار کا

ایک ایسا طول دریافت کرو جو پہلے تار کے ساتھ ہم سُسر ہو۔ پھر یہ طول (ل) ناپ لو۔ اس کے بعد تناؤ کی قوت (ت) کو بدلو اور تار کے طول کو اُس کی مناسبت سے ترتیب دے کہ پہلا سُسر قائم رکھو۔ یہی عمل کئی مرتبہ دوہراؤ اور نتائج اس طرح لکھو:-

تناؤ کی قوت	تار کا طول	$\frac{ل}{ات}$

آخری خانہ میں $\frac{ل}{ات}$ کی قیمت مستقل رہیگی۔ پس اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ جب تار کا تعدد مستقل ہوتا ہے تو اس کا طول مات کی راست نسبت سے بدلتا ہے۔ لیکن مستقل (ت) کی صورت میں تعدد طول (ل) کی عکس نسبت سے بدلتا ہے۔ اسلئے اگر تار کا طول ایک ہی رکھا جائے تو تعدد مات کی راست نسبت سے بدلیگا۔

تجربہ (۶۱) یہ ثابت کرنے کے لئے کہ تعدد تار کی کمیت فی اکائی طول کے جذر المربع

کی عکسی نسبت سے بدلتا ہے۔ آخری تجربہ کی طرح عمل کرو لیکن بجائے وزن بدلنے کے تار کو بدل کر دوسرے مادے یا قطر کا تار استعمال کرو۔ ایسے کئی مختلف اقسام کے تاروں کے ساتھ تجربہ کرو۔ اور جس جس تار پر تجربہ کیا جائے اُس کا ایک ایک مناسب ٹکڑا کاٹ کر کمیت (ک) فی اکائی طول دریافت کر لو۔ نتائج یوں ترتیب دو:-

کمیت فی اکائی طول (ک)	تار کا طول (ل)	ل/ک

ل/ک کی قیمت مستقل پائی جائیگی۔ جس سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ تار کے ارتعاش کا تعدد ل/ک کی عکسی نسبت سے بدلتا ہے۔

تجربہ (۱) کسی ٹیبل کے دو شاخہ کا مطلق متناوب دو شاخہ کے ساتھ ہم ٹیبل ہونے کے لئے تار کا کب طول ہوگا آزماؤ۔ پھر اس طول (ل) کو ناپ لو۔ تار کا تناؤ ڈائینوں میں شمار کرو اور اس سے پہلے تجربہ کی طرح تار کے ایک ٹکڑے کو تول کر اسکی کمیت

فی اکائی طول معلوم کرو۔ مندرجہ ذیل کلیہ سے دو شاخہ کا تعدد ارتعاش شمار ہو جائیگا:-

$$ع = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{ت}{م}}$$

میلڈے کا تجربہ - ایک تنا ہوا تار کسی دو شاخہ کے ذریعہ مرتعش کیا جاسکتا ہے، بشرطیکہ تار کا طبعی تعدد دو شاخہ کے تعدد کے مساوی ہو۔

تار ۲ (ب) کو دو شاخہ (ب) کی ایک شاخ سے، کسی موٹے دھاگے یا باریک ڈورے کے ذریعہ، باندھ دو۔ (شکل ۷۳)۔ دھاگے یا ڈورے کے دوسرے

بہرے کو ایک

چرخہ پر سے

لیجا کر ایک وزن

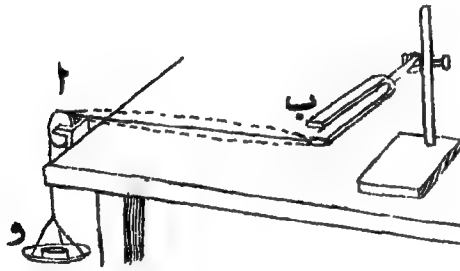
(د) لٹکاؤ۔ تار

اور چرخہ کے

درمیان تار کا

جو طول ہوگا

اس کو حسب



(شکل ۷۳)

میلڈے کا تجربہ (پہلی ترتیب)

ضرورت گھٹانے بڑھانے سے ایک ایسا طول دستیاب ہوگا جو دو شاخہ کے ساتھ گمک دیگا۔ تار کی لمبائی دو چند کر دینے سے، یا وزن (د) کو مناسب مقدار

میں تبدیل کرنے سے تار شکل ۷۰ (ب) کی طرح ارتعاش کر سکیگا۔ مناسب تغیرات سے تار کو جتنے قطعوں (یا حلقوں) میں ارتعاش کرانا مقصود ہو کرایا جاسکتا ہے۔ لیکن ہر صورت میں تار کا تعدد دو شاخہ کے تعدد کے مساوی ہوگا۔ شکل (۷۳) میں تار کے ارتعاش کی وضع دو شاخہ کے ارتعاش کے لحاظ سے 'عرضی' ہے۔ تار کو دو شاخہ کے ارتعاش کے لحاظ سے 'طولی' وضع میں بھی مرتعش کیا جاسکتا ہے جیسا کہ شکل (۷۴) میں بتایا گیا ہے۔ اس صورت میں دو شاخہ تار کے ہرے کو تار



(شکل ۷۴)

ہی کی سیدھ میں ترتیب وار مخالف

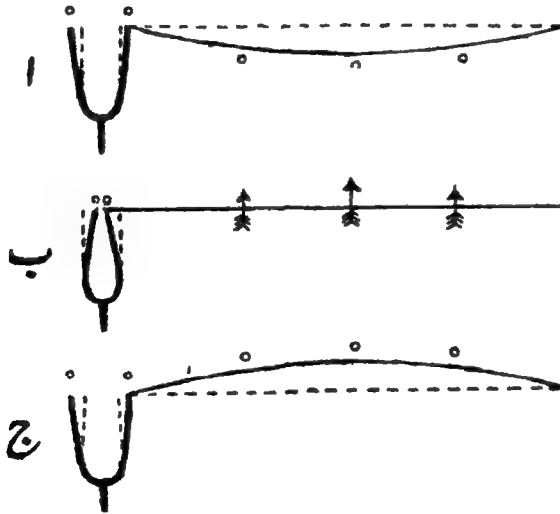
ہمتوں میں کھینچ کر ارتعاش پیدا کرتا

میلے کا تجربہ (دوسری ترتیب)

ہے۔ چونکہ تار کھینچے جا کر اسی وقت چست ہوتا ہے جبکہ شاخ تار کے ہرے کو جہنمی سے بعید ترین مقام پر پہنچاتی ہے اس لئے دو شاخے کے دو ارتعاش ہوتے ہیں تو تار کا صرف ایک ارتعاش تکمیل پاتا ہے۔

(تنبیہ منجانب مترجم - ڈکن اور ٹارنگ نے میلڈے کے تجربہ کی دوسری ترتیب کے متعلق کافی صراحت سے نہیں لکھا ہے - پروفیسر بارٹن نے اس مسئلہ کو اپنی کتاب میں آسان طریقہ سے سمجھایا ہے یہاں ہم اُس کو مختصر طور پر بیان کر دیتے ہیں :-

شکل (۱) میں دو شاخہ کا ارتعاش کاغذ کے مستوی میں بتایا گیا ہے تا ریا دھاگا بھی اسی مستوی میں مرتعش ہے - فرض کرو، شکل ۱ (۲) کی طرح، دو شاخہ اسوقت ارتعاش کی اُس وضع میں ہے جبکہ اُس کی شاخیں ایک دوسرے سے جسقدر دُور ہٹنا ممکن ہے



شکل (۱)

میلڈے کا تجربہ - طولی وضع میں ارتعاش

ہٹی ہوئی ہیں۔ دھاگا بھی اُس وقت اپنے مقام
تبادل سے بعید ترین مقام پر (نیچے کی طرف) ہٹا
ہوا ہے۔ دو شاخے اور دھاگے دونوں کی رفتار اس
وضع میں صفر ہے۔ اس بات کا اظہار شکل میں
دو شاخے اور دھاگے کے قریب چھوٹے دائرے کھینچکر
کیا گیا ہے۔ جب دو شاخہ ارتعاش کرتا ہوا ایسی
وضع میں پہنچتا ہے کہ اس کی شاخیں ایک دوسرے
سے جس قدر قریب آتا ممکن ہے آجاتی ہیں تو شاخوں
کی حرکت پھر صفر ہو جاتی ہے لیکن دھاگے کی رفتار
چونکہ وہ اس وقت اپنی وضع تبادل میں ہوتا ہے،
اوپر کی طرف ہوتی ہے (شکل ب میں اس کا اظہار
تیروں کے ذریعہ کیا گیا ہے)۔ اس لئے جب
دو شاخے کی شاخیں مکرر دور ہٹ جاتی ہیں یعنی
دو شاخہ کا ایک ارتعاش مکمل ہوتا ہے تو دھاگا اوپر
کی طرف حرکت کرتا ہوا شکل ج کی وضع اختیار کر لیتا
ہے۔ اب دو شاخے اور دھاگے دونوں کی رفتار صفر
ہے۔ دو شاخہ کا ایک ارتعاش پورا ہو چکا ہے لیکن
دھاگے کا ارتعاش آدھا تکمیل پایا ہے اور وہ اپنے
مقام تبادل سے بعید ترین مقام پر اوپر کی طرف
ہٹا ہوا ہے اس کے بعد جب دو شاخہ کی
وضع شکل ب کی سی ہوتی ہے تو دھاگا بھی سیدھا

ہوجاتا ہے لیکن اس وقت اس کی رفتار نیچے کی طرف ہوگی۔ اور جب دو شاخہ کامل دو ارتعاش کے بعد شکل ۱ کی وضع میں عود کرتا ہے تو دھاگا بھی اُسی شکل کی وضع میں لوٹ کر آتا ہے۔ بعد میں یہی حالتیں ترتیب وار دہرائی جاتی ہیں۔ پس اس سے واضح ہے کہ جس مدت میں دو شاخہ دو بار ارتعاش کرتا ہے دھاگا ایک ہی مرتبہ ارتعاش کرتا ہے۔ یعنی دھاگے کا تعدد ارتعاش اس تجربہ میں دو شاخے کے تعدد کا آدھا ہے۔

* طالب علم نے غالباً یہ بھی پہچان لیا ہوگا کہ جس طرح صوت پیما کا تار ایک سے زائد دھاتوں میں تقسیم ہو کر ارتعاش کر سکتا ہے میٹھے کے تجربوں میں بھی دھاگے کا تناؤ تبدیل کرنے سے دھاگا مختلف دھاتوں میں تقسیم ہو کر حرکت کر سکتا ہے۔ اگر دھاگے کا طول (ل) سم فرض کیا جائے، تناؤ (ت) ڈائیں، دو شاخہ کا تعدد ارتعاش (ع) دھاگے کی کمیت فی اکائی طول یعنی فی سنتی میٹر (ک) گرام، اور ارتعاش کی حالت میں اس کے حلقوں کی تعداد (ح) تو

$$\frac{L}{H} = \text{یعنی طول موج جو دھاگے پر سے گزرتی ہے} = \frac{L}{H}$$

(س سے یہاں دھاگے پر سے گزرنے والی موج کی رفتار مراد ہے)

$$\text{پس } \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{\lambda}$$

اس ضابطہ سے ع، ت، ک، ح اور ل کا باہمی تعلق معلوم ہو جاتا ہے۔ مزید صراحت کے لئے ایک تجربہ قلب بند کیا جاتا ہے جو حال میں طلباء کے سامنے کیا گیا تھا۔ دھاگے کی کمیت فی سم = ۲۹.۰۰ گرام

دھاگے کا طول = ۹۸۶۹ سم
جب دھاگے کا ارتعاش دو شاخہ کے ارتعاش کی وضع کے لحاظ سے 'عرضی' تھا اور دھاگے سے ۵۷ گرام کا وزن لٹکایا گیا تھا، ک کی قیمت $57 \times 9869 = 561003$ ڈاٹس تھی (دواضح ہو کہ حیدر آباد میں جاذبہ ارض 9869 سم فی ثانیہ فی ثانیہ یعنی چاہئے) دھاگا ۴ حلقوں میں تقسیم ہو کر مرتعش ہوا۔ اور جب دھاگے سے ۲۲۸ یعنی 57×4 گرام لٹکائے گئے تھے اور دو شاخہ وہی رکھا گیا جو پہلے تھا تو اب کے ارتعاش میں دھاگے کی تقسیم ۲ حلقوں میں ہوئی۔ جس سے ظاہر ہے کہ تعدد (ع) کو مستقل رکھتے ہیں تو دھاگے کے مجوزہ طول کے حلقوں کی

$$\text{تعداد (ح)} = \frac{1}{\text{مک}}$$

جب دھاگے کا ارتعاش دو شاخہ کے ارتعاش کی وضع کے لحاظ سے 'طولی' تھا تو ۵۷ گرام کا وزن لٹکانے سے دھاگا دو حلقوں میں تقسیم ہو کر ارتعاش کرنے لگا اور ۴×۵۷ گرام لٹکانے سے ایک ہی حلقہ پیدا ہوا۔

اوپر جو اعداد دیئے گئے ہیں ان کو مساوات

$$ع = \frac{ح}{۲} \times \frac{۱}{\text{مک}}$$

میں لکھنے سے ع کی قیمت ۱۴۹۶۴ ارتعاش فی ثانیہ نکل آتی ہے۔

سلاخوں کا عرضی ارتعاش۔ جب کسی

سلاخ میں ختم آتا ہے تو اس کی وجہ سے قوتوں کے جھٹ پیدا ہوتے ہیں جو سلاخ کو اُس کی اصلی شکل پر واپس لانے کے متقاضی ہوتے ہیں اس لئے سلاخ سے عرضی ارتعاش ہو سکتا ہے۔ لیکن اس ارتعاش کی وضع اور اُس کے وقت دوران کا شمار مشکل ہے۔ سلاخ مختلف طرح سے ارتعاش کر سکتی ہے۔ ارتعاش کی نوعیت اس پر موقوف ہے کہ آیا سلاخ جکڑی

نہیں گئی ہے، یا دونوں سرورں پر جکڑی گئی ہے۔
 آخری صورت سب سے زیادہ اہمیت رکھتی ہے
 اس لئے کہ ایک سر جکڑی ہوئی سلاخیں (یا پتیاں)
 ارگن نلیوں اور موسیقی باجوں میں استعمال ہوتی
 ہیں۔ اور سر پیدا کرنے کا دو شاخہ بھی اُسی فہرست میں
 شامل کیا جاسکتا ہے کیونکہ اُس کی وہی صورت
 ہے جو ایسی دو سلاخوں کو ان کے قاعدوں کے پاس
 ملا دینے سے پیدا ہوتی ہے۔

اگر ایک پتلی سلاخ کو مثلاً گھریاں کی کمانی کو
 (سیدھا کر کے) ایک سر جکڑ دیں تو اس کے
 ارتعاش کی کئی صورتیں ہو سکتی ہیں :- وہ ایک ہی
 قطعہ میں (شکل ۵، ا کی طرح) ارتعاش کر سکتی ہے،
 یا دو قطعوں میں، (شکل ۵ ب کی طرح) نقطہ ۲ کے
 پاس عقدہ بن کر۔ ایسی صورت میں تعدد ارتعاش
 بہ نسبت پہلے کے $\frac{1}{2}$ گنا ہو جاتا ہے۔ اور عقدہ
 ۲ کمانی کے آزاد سرے سے اُس کے طول کے
 پانچویں حصہ کے برابر فاصلہ پر واقع ہوتا ہے۔
 سلاخ شکل (ج) کی طرح بھی ارتعاش کر سکتی ہے۔
 اس حالت میں اُس کا تعدد شکل (۲) والے ارتعاش
 کے تعدد کا $\frac{1}{4}$ گنا ہوتا ہے۔ جس سے ظاہر
 ہے کہ ایسی سلاخوں کے ارتعاشوں میں اوور ٹونوں

(مضاعف سُرّیوں) کے امتدادوں اور بنیادی سُرّ کے امتداد میں کوئی سادہ تعلق نہیں ہے۔ سُرّ پیدا کرنے کا معمولی دو شاخہ جب ارتعاش کرتا ہے تو اُسکی پہلی اوورٹون (مضاعف سُرّی) اس قدر نحیف اور ایسے اونچے امتداد کی ہوتی ہے کہ دو شاخہ سے قریب قریب خالص سُرّی ہی برآمد ہوتی ہے۔ حقیقت میں یہی ایک سُرّ ہے جس میں ارتعاش بہ نسبت اور سُرّوں کے قریب ترین خالص سادہ موسیقی پایا جاتا ہے۔

چونکہ دو شاخے کی شاخیں ارتعاش کے قریب جھک کر

قوس کی شکل

اختیار کرتی ہیں

دونوں شاخوں

کی کمیت کے

مرکز ارتعاش

کی حالت میں

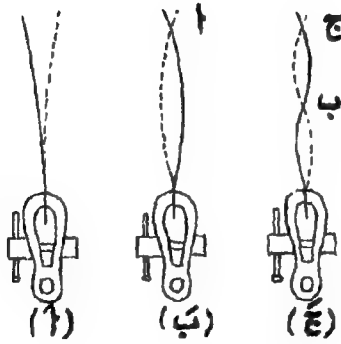
نحیف سا اونچا

نیچا ہوتے ہیں

اس سے دو شاخے

کی ڈنڈی پر موسیقی

قوت عامل ہوتی ہے اور اگر ڈنڈی کسی مینریا تختہ سے



(شکل ۷۵)

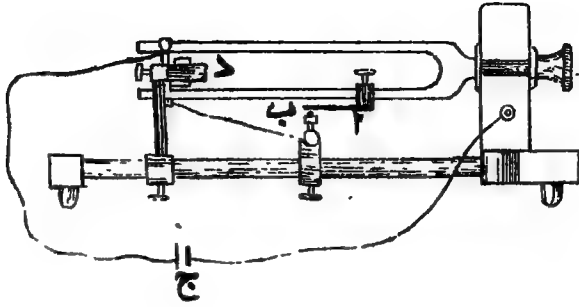
کسانی کا عرض ارتعاش

ہے اور اگر ڈنڈی کسی مینریا تختہ سے

لگی ہوئی ہو تو اس موسیقی قوت کے عمل سے ان میں ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔

سُر پیدا کرنے کے دو شاخے کا تعدد ٹھیک کرنے کے لئے اُس کو مناسب جگہوں پر ذرا سا ریت دیتے ہیں۔ اگر امتداد اونچا کرنا مقصود ہو تو اُس کی شاخوں کے سروں کے قریب ریت دیا جاتا ہے۔ اس سے شاخوں کے جمود کا معیار اثر گھٹ جاتا ہے لیکن اُنچی دسختی، برقرار رہتی ہے۔ امتداد گھٹانا ہوتا ہے تو قاعدہ کے پاس جہاں شاخیں ملتی ہیں، ریتا جاتا ہے۔ اس سے اُس کی لچک سے متعلق دسختی میں کمی پیدا ہوتی ہے، مگر جمود کے معیار اثر پر اس کا کچھ اثر نہیں پڑتا۔

سُر پیدا کرنے کے دو شاخے کی تپش جب بڑھتی ہے تو اُس کا جسم بڑھ جاتا ہے اور اُس کی لچک گھٹ جاتی ہے۔ جس فولاد سے دو شاخے بنائے جاتے ہیں اُس کی خاصیت کے لحاظ سے آخر الذکر زیادہ اہمیت رکھتا ہے۔ ایک درجہ مٹی تپش کے بڑھنے سے دو شاخے کے تعدد میں تقریباً ۵۰ فی صد کمی پیدا ہوتی ہے۔



شکل (۷۶)

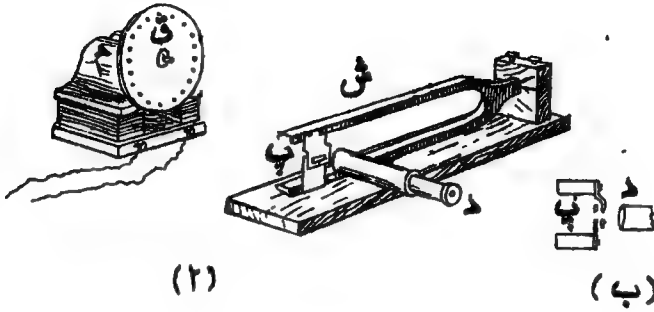
برقی قوت سے چالو دو شاخہ

برقی قوت سے چالو دو شاخہ - اکثر ضرورت ہوتی ہے کہ سُر پیدا کرنے کا ایک دو شاخہ، بغیر ہتھوڑی سے مارنے یا گمان سے گھسنے کے، مسلسل ارتعاش کئے جائے۔ اس کے لئے دو شاخہ کو ایک بہاری ٹیکن سے جکڑ دیتے ہیں اور اُس کی ایک شاخ پر ایک چھوٹی فلزی پتی (۱) (شکل ۷۶) لگاتے ہیں۔ یہی پر پلاٹینم کا ایک ٹکڑا جوڑا ہوا ہوتا ہے۔ (ب) پر بھی ایک ایسا ہی پلاٹینم کا ٹکڑا ہوتا ہے جو ۲ کے ٹکڑے کو چھوتا ہے۔ (ج) ایک ذخیرہ خانہ (اکیوسولیٹر) ٹیکن سے برقی ایصال رکھتا ہے اور چونکہ دو شاخہ خود فلزی ہوتا ہے (ج) گویا (۱) سے موصل ہے۔ (ب) کو ایک چھوٹے برقی سفناطیس (د) کے لچھے سے

وصل ہے، جو دو شاخے کی شاخوں کے بیچ میں واقع ہے۔ لچھے کا دوسرا سرا، تار کے ذریعہ، ذخیرہ خانہ کے دوسرے قطب سے بلایا جاتا ہے۔ جب پٹی کو (ب) سے تماس ہوتا ہے تو حلقہ میں برقی رو دوڑتی ہے اور برقی مقناطیس (د) دو شاخے کی شاخوں کو اپنی طرف ذرا سا کھینچتا ہے، جس سے (ب) کا تماس ٹوٹ جاتا ہے اور رو رُک جانے سے (د) کی کشش دو شاخہ کی شاخوں پر، موقوف ہو جاتی ہے۔ لیکن جب شاخیں اپنی اصلی وضع کی طرف عود کرتی ہیں تو (ب) کا تماس پھر سے وقوع میں آتا ہے اور پیشتر کی حالتیں دہرائی جاتی ہیں۔ پس دو شاخے کی شاخوں کو خود اس کے ارتعاش کی مدت کی مناسبت سے مساوی وقفوں سے دھکے پہنچتے ہیں جو ان کو ایک دوسرے کی طرف ہٹاتے ہیں۔ اس وجہ سے دو شاخہ مسلسل ارتعاش کئے جاتا ہے۔ (ب) ایسے مقام پر ہونا چاہئے کہ تماس دو شاخہ کی مدت ارتعاش کے قلیل حصہ تک ہی

رہے۔ سٹروپوسکوپ (یعنی گردش نمائی) طریقہ سے تعدد کی تعیین بعض اوقات سٹینڈرڈ دو شاخے کا تعدد سٹروپوسکوپ گردش نمائی طریقہ سے دریافت کیا جاتا ہے۔ اس طریقہ سے نتیجہ

بہت صحت کے ساتھ برآمد ہوتا ہے۔



شکل (۷۷)

گوش نامی طریقہ سے تعدد کی تعیین

جب ایک منتظم جسم مثلاً پھیلا تاریکی میں گھومتا ہے اور اُس پر مساوی وقفے سے روشنی ڈالی جاتی ہے تو دیکھنے والے کو پھیلا ساکن نظر آتا ہے بشرطیکہ روشنی ایسے وقفے سے پڑے کہ پھیلا اتنی دیر میں دو متصل آروں کا درمیانی زاویہ گھوم جائے۔ جب پھیلا کو مساوی وقفوں سے روشنی میں دیکھتے ہیں تو بھی ایسا ہی دکھائی دیتا ہے۔ شکل ۷۷ (۲) میں ایک قرص (د) بنایا گیا ہے جو برقی موٹر (م) کے ذریعہ گھمایا جاتا ہے۔ قرص پر گول نشانوں کی ایک دائری قطار کھینچی گئی ہے۔ نشانوں کے بیچ میں

فاصلے مساوی ہیں۔ قرص جب گھومتا ہے تو دور بین (د) میں سے اُس کے نشانوں کو دیکھتے ہیں۔ دور بین اور قرص کے بیچ میں دو شاخہ (ش) جس کا نقشہ ارتعاش دریافت کرنا مقصود ہوتا ہے رکھا جاتا ہے۔ دو شاخے کی شاخوں سے دو ہلکے چھوٹے پردے (پ) جوڑ دیئے جاتے ہیں۔ شکل ۷۷ (ب) میں ان کو قطع کر کے بتایا گیا ہے۔ دونوں پردوں کے بیچ میں ایک ایک درز ہے۔ جب دو شاخہ حالت سکون میں ہوتا ہے تو دور بین اور یہ درز قرص کے نشانوں کے ساتھ ایک سیٹ میں واقع ہوتے ہیں۔ دو شاخہ برقی قوت سے چالو کیا جائے تو مناسب ہوگا۔ شکل ۷۷ میں غیر ضروری پیچیدگی کے خوف سے یہ جیلی ترکیبیں بتائی نہیں گئی ہیں۔

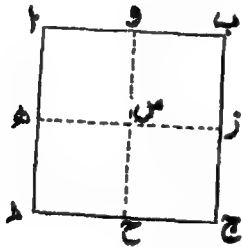
دو شاخے کو مرتعش کرنے سے پردوں (پ) کے درز ایک کامل ارتعاش میں دو بار ایک دوسرے کے سامنے سے گزریں گے، اور دور بین سے دیکھنے والے کو قرص پر کے نشانوں کی قطار دکھائی دیگی۔ موٹر کی رفتار کو ٹھیک کرنے سے ایک ایسی صورت پیدا ہو سکتی ہے کہ قرص کے نشان غیر متحرک نظر آنے لگتے ہیں اب اُن کی وضع میں فرق اِس لئے نہیں محسوس ہوتا کہ ایک نشان کی جگہ اُس کے

بعد کا نشان ٹھیک اتنی دیر میں (قرص کے گھومنے سے) پہنچتا ہے جس میں پردے کے ذریعہ ایک دوسرے کے مقابل ہوتے رہتے ہیں۔ پس دیکھنے والے کے خط نظر میں ہمیشہ ایک نشان موجود ہوگا۔ اگر موٹر کی رفتار اس سے ذرا کم ہو جائے تو ایک نشان کے مقام پر اُس کے بعد کا نشان ذرا دیر سے پہنچے گا اس لئے دورین سے دیکھنے والے کو نشان قرص کے گھومنے کی سمت کی مخالف سمت میں آہستہ سے حرکت کرتے ہوئے نظر آئینگے۔ اسی وجہ سے، اگر موٹر کی رفتار ذرا تیز ہو تو نشان قرص کے گھومنے کی سمت میں، آہستہ سے حرکت کرتے ہوئے دکھائی دیں گے۔ کافی احتیاط سے اگر کام کیا جائے تو قرص پر کے نشان بڑی دیر تک غیر متحرک نظر آسکتے ہیں۔ طالب علم ذرا غور کرے تو معلوم ہوگا کہ قرص کی رفتار پیشتر کی رفتار کے دوچند یا سہ چند کی جائے تو بھی نشان بظاہر غیر متحرک نظر آئینگے۔

اس تجربہ سے دو شاخہ کا تعدد دریافت کرنے کے لئے ضرور ہوگا کہ موٹر پر چکر دیکھنے کا ایک آلہ نصب کیا جائے۔ موٹر کی رفتار ٹھیک کرنے کے بعد اُس کو ایک مقررہ مدت تک گھومنے دیا جائے اور اس عرصہ میں کتنے چکر ہوئے ہوں معلوم کر لئے

جائیں۔ قرص کے چکروں کی تعداد فی ثانیہ کو قطار کے نشانوں کی تعداد میں ضرب دینے سے جو عدد حاصل آئیگا، دو شاخصہ کے تعدد ارتعاش کا دو چندان ہوگا اس لئے کہ نشان ایک ارتعاش میں دو بار دکھائی دیتے ہیں۔ اگر دو شاخصہ کا تعدد پہلے سے معلوم ہو تو اس طریقہ سے قرص کے گھومنے کی رفتار ناپ سکتے ہیں۔ رفتار کا استقلال دریافت کرنے کے لئے یہ نہایت باریک امتحان ہے۔

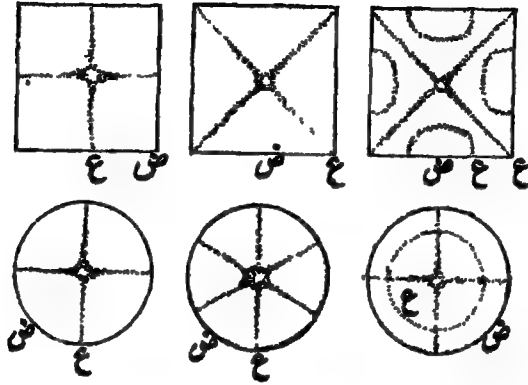
تختیوں کا ارتعاش۔ کلیڈنی کی شکلیں۔ مستطیل تختی کو ایک بہت چوڑی سلاخ سمجھ سکتے ہیں۔ چنانچہ شکل (۷۸) کی مربع تختی ۲۰ طول اور ۲۰ عرض کی یا ۱۰ طول اور ۱۰ عرض کی سلاخ تصور



شکل (۷۸)
تختی کا ارتعاش

کی جاسکتی ہے۔ پہلی صورت میں سلاخ کے عقدے خط ھ-ر پر واقع ہونگے اور دوسری صورت میں اس کے عقدے خط و-ح پر ہوں گے۔ اگر تختی کو اس کے مقام وسط یعنی نقطہ

(دس) پر جکڑ کر اُس کے ایک کونے کے پاس کمان سے بکھسا جائے تو ھڑ اور وَح عقدوں کے خطوط بنیں گے اور چاروں کونے اعظم ارتعاش کے مقام۔ تختیوں سے متعدد اقسام کا ارتعاش ممکن ہے لیکن ان کی نظری تحقیقات بہت دقیق ہے۔ البتہ تجربہ سے ان ارتعاشوں کی خصوصیات معلوم ہو سکتی ہیں۔ جیسا کہ کلیڈنی نے سب سے پہلے کر کے بتایا تھا۔ تختی کو ایک مقام پر (جو عموماً وسطی ہوتا ہے) جکڑ دیا جاتا ہے اور اس کے کنارے کے کسی مقام پر کمان سے رگڑا جاتا ہے ساتھ ہی جہاں جہاں عقدوں کی لکیریں پیدا کرنا مقصود ہوتا ہے وہاں تختی کو انگلیوں سے دبایا جاتا ہے۔ اگر اب تختی پر تھوڑی جہین اور خشک ریت چھڑکی جائے تو وہ تختی کے اعظم ارتعاش کے مقاموں سے اچھل کر عقدوں کی لکیروں پر جمع ہو جائے گی۔ اگر ریت کے عوض لائیکو پوڈیم کا سفوف چھڑکا جائے تو وہ اعظم ارتعاش کے حصّوں پر جمع ہو جائے گا۔ شکل (۷۹) میں کلیڈنی والی چند شکلیں دی گئی ہیں۔ ان تجربوں میں انگلی (دخ) نقطوں پر رکھی گئی اور (دض) نقطوں پر تختی کو کمان سے رگڑا گیا ہے۔ عقدے کی لکیر کے مخالف بازؤں پر



شکل (۷۹)

کھڑنی کی شکلیں

تختی کے جو حصے واقع ہوتے ہیں اُن کی ہمتیں ہمیشہ

مخالف ہوتی ہیں۔ گھنٹوں کا ارتعاش۔ گھنٹے کا ارتعاش بہت

پیچیدہ ہوتا ہے۔ لیکن سہولت کی غرض سے

اگر سر دست اُس کو ایک اسطوانے کا ارتعاش

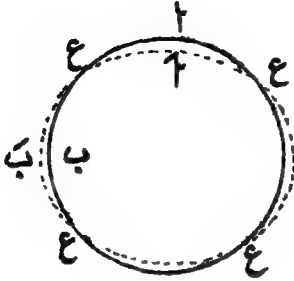
تصور کیا جائے تو صاف ظاہر ہوتا ہے کہ

گھنٹے کا ارتعاش صرف قطر ہی کے

خطوط میں نہیں ہوتا ہے۔ اگر سکون کی وضع

کو شکل (۸۰) کے دائرے سے تعبیر کیا جائے تو

ارتعاش کی ایک انتہائی وضع شکل کے نقطہ دار خط کی سی ہوگی۔



شکل (۸۰)

یہاں ۲ ایک عقدہ عقدہ ہے اس لئے کہ نقطوں ع، ع کی حرکت قطری نہیں ہے۔ لیکن نقطے ع، ع ضرور گھٹنے کے محیط کے خط

ماس کی سمت میں گھٹنے کے ارتعاش کی وضع حرکت کرتے ہوئے، کیونکہ قوس ع آ ع کا طول۔ قوس ع ۲ ع کے طول سے چھوٹا ہے اور قوس ع ب ع کا طول ع ب ع کے طول سے بڑا۔ پس لازم ہے کہ عقدے گھٹنے کے محیط پر تھوڑی سی حرکت کریں۔ اس سے طالب علم نے معلوم کر لیا ہوگا کہ گلاس کے منہ پر گیلی انگلی پھیرنے سے کیوں آواز نکلتی ہے۔ گلاس کے کنارے پر جہاں انگلی پھیری جاتی ہے وہاں کا حصہ گلاس کے محیط کی سمت میں خفیف سی حرکت کرتا ہے اور اس سے دوسرے مقاموں پر قطری حرکت پیدا ہو کر گلاس ارتعاش کرنے لگتا ہے۔

گھنٹے کی آواز میں جن ادھونوں (مضاعف سُرئیوں) کے باعث 'کیفیت' پیدا ہوتی ہے، مرتش تار یا ارگن ٹلی کی مضاعف سُرئیوں کی طرح، اُن کے تعددوں کی نسبتیں سادہ نہیں ہوتیں۔ اور نہ اُس کی اساسی سُرئی، جس سے اُس کے امتداد کی تعیین ہوتی ہے، سب سے کم تعدد کی سُرئی ہوتی ہے۔ اس آخری سُرئی کے اوپر زیادہ تعدد کی سُرئیوں میں جو پہلی سُرئی ہوتی ہے وہی اساسی ہوتی ہے اعلیٰ خاصیت کے گھنٹے بنانے کا ہنر کسی باضابطہ قاعدے پر مبنی نہیں ہے۔ بنانے والا محض اپنے تجربہ سے سیکھ لیتا ہے کہ گھنٹے کی مضاعف سُرئیوں کو مناسب طریقہ پر ترتیب دینے کے لئے کہاں کہاں سے فلزی مادہ چھانٹ دیا جائے۔

ساتویں باب کی مشقیں

(۱)۔ تینے ہوئے تار کا امتداد (۱) تناؤ کی قوت، (۲) تار کے طول، (۳) اُس کی کمیت فی اکائی طول کے کس طرح تابع ہے؟ ایک تجربہ بیان کر دو جس سے ایک دو شاخہ کا تعدد،

ایک تنے ہوئے تار کے تعدد سے مقابلہ کر کے، ناپا جائے۔

(۲)۔ موسیقی سر کی (۱) بلندی (۲) امتداد (۳) کیفیت ممکن طبعی خواص کے تابع ہیں؟ تم کیا تجربہ کر کے بتا سکو گے کہ جب ایک تار کے ارتعاش سے سر پیدا ہوتا ہے تو اُسکے ساتھ کچھ مضاعف سُر تیاں بھی شامل رہتی ہیں۔

(کیمبرج سینٹر لوکل)۔

(۳)۔ تنے ہوئے تار کے عرضی ارتعاش کی چند ممکن وضعیں بیان کرو۔ تار کو مختلف مقاموں پر چھیڑنے، یا کمان سے رگڑنے سے اُس کے سر کی کیفیت پر کیا اثر پڑتا ہے بیان کرو۔ (ل۔ی۔)

(۴)۔ تاروں کے ارتعاش کے کلئے لکھو۔ اور تجربوں کا حوالہ دیکر ان کو ثابت کرو۔

۱۴۰ سم طول کا ایک تار جس کی کمیت ۵۲ گرام ہے، ۱۶ کیلو گرام کا وزن لٹکا کر تانا گیا ہے، اساسی ارتعاش کا تعدد شمار کرو۔

(ج = ۹۸۱ سم فی ثانیہ فی ثانیہ)۔ (ل۔ی۔)

(۵)۔ دو تار جن کی کمیت اور اباعد مساوی ہیں ایک تختہ پر بالترتیب ۸ اور ۱۸ پونڈ لٹکا کر

تانے گئے ہیں۔ ان کے عرضی ارتعاش سے جو اساسی سُمر نکلتے ہیں اُن کے تعددوں کا باہمیگر مقابلہ کرو۔

سمجھاؤ اُن کے طول یا تناؤ میں تبدیلی کئے بغیر، اُن سے ایک ہی امتداد کے سُمر کیونکر پیدا کر سکتے ہیں۔ (ل-ی-۱)

(۶)۔ دو تار، مساوی طول اور ایک ہی مادے کے ہیں۔ ان میں سے جو موٹا ہے اُس کا تناؤ دوسرے کے تناؤ کا سہ چند ہے۔ پتلا تار جب مرتض ہوتا ہے تو اس کے اساسی سُمر کا تعدد دوسرے تار کے اساسی سُمر کے تعدد کا دگنا ہوتا ہے۔ تاروں کی عمودی تراش مدور مان کر دریافت کرو اُن کے قطروں کی نسبت کیا ہے۔ (ل-ی-۱)

(۷)۔ صوت پیمائی کی تصریح کرو۔ اور تم نے اس کے ذریعہ مرتض تاروں کے کلیوں کی توضیح کے متعلق کوئی تجربہ دیکھے ہوں تو بیان کرو۔ اگر کسی تار سے ایک سُمر نکلتا ہو تو بتاؤ اُس کا تناؤ کس نسبت سے بڑھایا جائے تاکہ سُمر کے تعدد میں ۵:۲ کی نسبت سے تبدیلی ہو۔ اگر تناؤ میں تبدیلی نہ کی جائے تو

تعدّد کی اتنی ہی تبدیلی کے لئے طول میں کس قدر کمی ہوتی چاہئے؟ (ل-می)

(۸)۔ صوت پیا کا ایک تار ۸ کیلو گرام کے وزن سے تانا گیا ہے اور اُس کے مقام وسط کے قریب ایک گھوڑی رکھ کر اُس کے دونوں قطعوں کو مرتعش کرتے ہیں تو فی ثانیہ ۳ ضربیں مسموع ہوتی ہیں۔ اگر وزن بڑھا کر ۱۱ کیلو گرام کر دیا جائے تو دریافت کرو اب ان قطعوں کی ضربوں کی شرح کیا ہوگی۔ (ل-می)

(۹)۔ نٹکوں کے ذریعہ بتاؤ تنا ہوا تار کن وضعوں میں ارتعاش کر سکتا ہے۔

ایک تینے ہوئے تار کا طول ۵، سم ہے جب اس کو ۳ کیلو گرام وزن لٹکا کر تانئے ہیں تو پہلی اوور ٹون کا تعدّد ۲۰۰ ہوتا ہے۔ بتاؤ سہاروں کے بیچ میں تار کی کمیت کیا ہے۔ (ل-می)

(۱۰)۔ تاروں کے عرضی ارتعاش کے کلیئے بیان کرو۔

پیش کا ایک تار جس کی کثافت ۸،۵ گرام فی مکعب سم اور نصف قطر ۰،۲ سم ہے،

دو شکنجوں کے بیچ میں بتانا گیا ہے۔ شکنجوں کا درمیانی فاصلہ ۹۰ سم ہے اور تناؤ سے تار کا کھنچاؤ ۰.۵ سم فی میٹر ہے۔ اگر اُس کے لئے پنگ کا لچک کا معیار 10×4.8 " ڈائیں فی مربع سم ہو تو عرضی ارتعاش سے سب سے پست امتداد کے سر کا تعدد کیا ہوگا دریافت کرو۔ (کلیۃ مدراس)

(۱۱)۔ سٹروپسکوپک طریقہ سے سر پیدا کرنے کے دو شاخہ کا تعدد کیونکر دریافت کیا جاتا ہے سمجھاؤ۔ اس طریقہ کی صحت کا مقابلہ دوسرے اور طریقوں سے کرو جن سے تم واقف ہو۔ (کلیۃ الہ آباد)

(۱۲) تے ہوئے تار پر سے جب عرضی موج گزر کر ایک قائم (حرکت ناپذیر) نقطہ کے پاس پہنچتی ہے تو بتاؤ اُس کا انعکاس کس طرح ہوتا ہے۔

(۱۳)۔ ایک اکتاویے کا تار فی ثانیہ ۱۰۰ ارتعاش کرتا ہے۔ اُس کا طول جگنا کر کے تناؤ میں تبدیلی کی جانی ہے تو فی ثانیہ ۱۵۰ ارتعاش ہوتے ہیں۔ دریافت کرو اب کے تناؤ اور پیشتر کے تناؤ میں کیا

نسبت ہے۔ (کلیئر ال آباد)

(۱۴)۔ تینے ہوئے تار کا امتداد کن چیزوں کے تابع ہے؟ ایک ہی مادے کے دو تاروں (۱ اور ۲) کے طول میں ۲:۱ کی نسبت ہے، اور ان کے قطروں میں نسبت ۱:۲ ہے۔ دونوں کی عمودی تراش مدور ہے۔ اگر ۲ کا تناؤ ۵ کیلو گرام وزن ہو تو ب کا تناؤ کیا ہونا چاہئے تاکہ دونوں سے ایک ہی شمر برآمد ہو؟ (ال۔ ی۔ ل)

(۱۵)۔ ایک تینے ہوئے تار کے مقیم ارتعاش کی دو مساوی رفتار سے، مخالف سمتوں میں جانے والی موجوں کے مجموعہ سے، کس طرح تغیر ہو سکتی ہے بیان کرو۔ (ال۔ ی۔ ل)

(۱۶)۔ ایک صوت پیمائش کے مرتفع تار کے سر کے ساتھ ہارمونک سسٹیموں کا وجود تجربہ کے ذریعہ تم کس طرح ثابت کرو گے بیان کرو۔

تانبے کا ایک تار ایک میٹر لمبا، دو قطعوں میں ارتعاش کرتا ہے۔ تار $\frac{1}{16}$ کیلو گرام وزن سے تانا گیا ہے۔ اگر

اس کی کمیت فی سنتی میٹر ۰.۵۱ گرام ہو تو،
 ج کی قیمت ۹۸۰ سم فی ثانیہ فی ثانیہ
 مان کر، اساسی سر کا تعدد دریافت
 کرو - (ل-ی-)



آٹھواں باب



نلیوں میں ہوا کا ارتعاش



پچکاؤ (یا تکثیف) کی موج کا انعکاس ایک استوار دیوار سے۔ صفحہ (۱۱۷) پر صرف اتنا بیان کیا گیا تھا کہ پچکاؤ کی موجیں استوار دیوار سے منعکس ہوتی ہیں۔ لیکن منعکس موج کی ہئیت دریافت کرنے کے لئے مزید غور کی ضرورت ہے۔ ایک طولی موج کی، نقل مکان کے معنی سے یہ پچکاؤ کے معنی سے (چونکہ دونوں میں تعلق واضح ہے) تعبیر ہو سکتی ہے۔ اگر نقل مکان کا معنی جیسی ہے تو پچکاؤ کا معنی، اور اس لئے طبعی دباؤ سے کمی بیشی کا اظہار کرتے والا معنی، بھی جیسی ہوتا ہے۔

اس دباؤ والے منحنی کے معین، ہر مقام پر، نقل مکان کے منحنی کے ڈھال کے متناسب ہوتے ہیں۔ پس پچکاؤ کی ایک جیبی منحنی سے تعبیر ہو سکتی ہے جو نقل مکان بتانے والے منحنی کے ایک ربع طول موج سامنے ہوتا ہے (صفحہ ۶۶)۔ گیسوں کی طولی موجوں کے انعکاس کی تحقیق کے لئے پچکاؤ کا منحنی، بہ نسبت نقل مکان کے منحنی کے، زیادہ مفید ہے۔ فرض کرو ایک موج، جس کے پچکاؤ (تکثیف) کا منحنی (ج) ہے، دیوار (ع) پر واقع ہے (شکل ۸۱)۔

موج کی وجہ

سے دیوار پر

(موسیقی، دباؤ

پڑتا ہے اور

اس لئے دیوار

(ع) گیس پر

دموسیقی، دباؤ

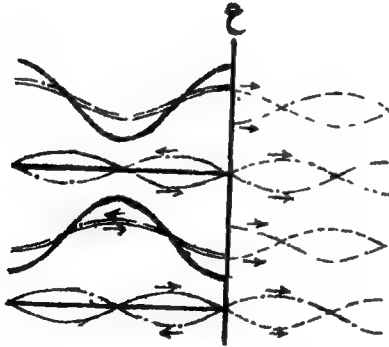
ڈالتی ہے۔



(شکل ۸۱)

پس دیوار سے ایک استوار دیوار سے ایک پچکاؤ کی موج کا انعکاس دو موجیں اُٹھتی ہیں، ایک سیدھے جانب جاتی ہے، دوسری بائیں جانب۔ لیکن ان دونوں موجوں کی ہیئتیں مساوی نہیں ہیں (البتہ مرتعش تار کے قائم نقطہ

سے اٹھنے والی موجیں ہم ہتھیت نہیں۔ دیکھو صفحہ (۷۲۸)۔
 چونکہ بائیں جانب دباؤ ڈالتے کے لئے (ع) کو بائیں جانب
 حرکت کرنا پڑتا ہے اس لئے واضح ہے کہ اس حرکت
 سے سیدھے جانب تکلیف پیدا ہوگی۔ پس (ع) کے
 پاس ان دونوں موجوں کی ہتھیتیں مخالف ہونگی۔ جیسا
 کہ سر پیدا کرنے کے دو شاخہ کی شاخ کے دونوں جانب
 سے اٹھنے والی موجوں کے متعلق صفحہ ۱۲۰ پر دیکھا گیا
 تھا۔ زنجیر نا خط سے جو منحنی (شکل ۸۱ میں) کھینچے گئے
 ہیں ان سے مقررہ آن میں ان دونوں موجوں کا پتہ
 چلتا ہے۔ (ع) کے سیدھے جانب کی موج واقع موج
 کے سلسلہ کو (جو نقطہ دار خط کے ذریعہ بتایا گیا ہے)
 تلف کر دیتی ہے۔ بائیں جانب کی موج منعکس
 موج ہے۔



شکل (۸۲)

میں تکلیف
 کی موج کے
 انعکاس کے
 چار مرحلے بتائے
 گئے ہیں۔ انہی
 معائنہ سے
 معلوم ہوگا کہ

شکل (۸۲)

استوار دیوار سے تکلیف کی موج کے انعکاس کے چار مرحلے

واقع اور منعکس موجوں کے اجتماع سے مقیم ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔ (ع) کے سیدھے جانب کی موجوں کا حاصل ہمیشہ صفر ہوتا ہے۔ اس لئے ان کے طبعی وجود کی ضرورت نہیں۔ یہ بھی یاد رکھنا چاہئے کہ (ع) دباؤ کی اعظم تبدیلی کا ایک نقطہ ہے اور پچکاؤ (یعنی تکثیف) کے انعکاس سے

پچکاؤ ہی پیدا ہوتا ہے۔ پس منعکس موج کی شکل کھینچنے کا طریقہ یہ ہے: (۱) واقع موج کے سلسلہ کو حائل چیز کے پرے کھینچو۔ (۲) اس سلسلہ کو تلف کرنے کے لئے جو موج چاہئے اُس کو کھینچو۔ (۳) حائل چیز کے دوسرے جانب نقطہ (ع) سے جو موج اس تلف کرنے والی موج کے ساتھ پیدا ہوئی ہے اُس کو کھینچو۔ لیکن یہ یاد رکھنا چاہئے کہ ان ہمزاد موجوں کی ہیئتیں (ع) کے پاس مخالف ہوتی ہیں۔

بجائے منحنیوں کے، مساوات کے ذریعہ بھی یہی مطلب ادا ہو سکتا ہے۔ اگر واقع موج کی مساوات

$$y = a \sin \left(\frac{2\pi}{\lambda} (x - ct) \right) \text{ لکھی جائے}$$

اس کے سلسلہ کو تلف کرنے والی موج کی مساوات -

$$1 = 2 \text{ جب } \pi 2 \left(\frac{t}{d} - \frac{L}{r} \right) \text{ ہوگی}$$

اس موج کے ساتھ کی ہزارا موج کی مساوات (پیشوں میں کامل اختلاف ۲ کی علامت بدل کر ظاہر کر کے)

$$1 = 2 + 2 \text{ جب } \pi 2 \left(\frac{t}{d} + \frac{L}{r} \right) \text{ لکھی جاتی ہے}$$

پس یہی منعکس موج کی مساوات ہے -
معینا - واقع اور منعکس موجوں کی ترکیب سے یہ مقیم ارتعاش پیدا ہوتا ہے :

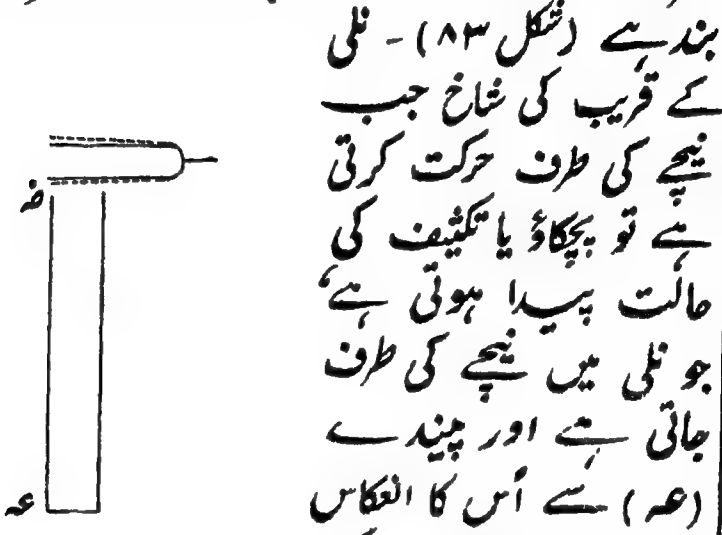
$$1 = 2 \text{ جب } \pi 2 \left(\frac{t}{d} - \frac{L}{r} \right) + 2 \text{ جب } \pi 2 \left(\frac{t}{d} - \frac{L}{r} \right)$$

$$= 2 \text{ جب } \pi 2 \frac{L}{r} \text{ جب } \pi 2 \frac{t}{d}$$

ظاہر ہے کہ جہاں لا = صفر وہاں دباؤ کا تغیر اعظم ہے، کیونکہ جم > صفر = ۲ یعنی نقطہ انعکاس کے پاس دباؤ کا تغیر اعظم ہے اور

$$1 = 2 \text{ جب } \pi 2 \frac{t}{d}$$

ایک طرف سے بند نلی۔ اب ایک طرف سے بند نلی کی ہوا کے ارتعاش پر غور ہو سکتا ہے۔ فرض کرو نلی کے منہ (یعنی کھلے سرے) پر ایک سر کا دو شاخہ ارتعاش کر رہا ہے۔ نلی کا سر (عہ)



شکل (۸۳)

بند ہے (شکل ۸۳)۔ نلی کے قریب کی شاخ جب نیچے کی طرف حرکت کرتی ہے تو پچکاؤ یا تکثیف کی حالت پیدا ہوتی ہے جو نلی میں نیچے کی طرف جاتی ہے اور پیندے (عہ) سے اُس کا انعکاس ہوتا ہے۔ انعکاس کے بعد وہ تکثیف ہی کی شکل میں اوپر کی طرف واپس لوٹتی ہے۔ اگر وہ (ض) کے پاس پہنچتے وقت دو شاخہ کی شاخ اوپر کی طرف متحرک ہو تو وہاں یعنی (ض) کے پاس دو وجہ سے تلطیف کی حالت پیدا ہوتی ہے۔ ایک تو تکثیف کے جواب عمل سے اور دوسرے خود شاخ کے اُسی وقت اوپر کی طرف حرکت کرنے سے۔ اس کے بعد یہ تلطیف کی حالت

نلی میں نیچے کو جائیگی، اور پیندے سے تلمطیف
 ہی کی شکل میں منکس ہو کر نلی کے منہ پر ٹھیک
 اس وقت پھنچے گی جبکہ شاخ نیچے کی طرف حرکت
 کرے گی۔ ایسی صورت میں موج نلی کے طول کا چوگنا
 فاصلہ اسی مدت میں طے کرتی ہے جس میں دو شاخ
 کا ایک ارتعاش تکمیل پاتا ہے۔ اگر نلی کا طول (ل)
 قرار دیا جائے تو دو شاخ کے ارتعاش سے
 پیدا ہونے والی موج کا طول (ل) = ۴ ل۔ اور
 اگر تعدد ارتعاش (ع) فرض کیا جائے تو

$$ع ل = ۴ \quad \text{یعنی رفتار موج}$$

$$یا ع = \frac{۴}{ل}$$

دو شاخ کے پہلے چند ارتعاش کی مدت میں
 ہوا کے اسطوانے کا ارتعاش بڑھتے جاتا ہے
 یہاں تک کہ یکساں حالت پر پہنچتا ہے۔ اس طرح
 اسطوانہ دو شاخ کے ساتھ گھمک دینے لگتا ہے۔
 اگر نلی کے طول میں کچھ فرق ہوتا تو دو شاخ
 اور بچکڑ کی موج کی ہیتوں میں تعلق بحال رہنے
 نہ پاتا۔ کبھی دو شاخ اور موج کی ہیتیں موافق ہوتیں
 اور کبھی ناموافق۔ اس لئے گھمک پیدا نہ ہوتی۔

ایک طرف سے بند نلی کے ارتعاش کی وضعیں۔
 اس تعلق سے کہ دو شاخہ کے ایک کمال ارتعاش کی مدت
 میں موج اسطوانے کے طول کا چہار چند فاصلہ طے کرتی ہے
 یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ نلی کا طول دو شاخہ کے طول موج
 کا چوتھائی حصہ ہے۔ معہذا واقع اور منعکس موج کے متداخل سے مقیم
 ارتعاش پیدا ہو کر عقدہ اور اس کے متصل ضد عقدہ
 کا درمیانی فاصلہ طول موج کا چوتھائی حصہ ہے۔
 (صفحہ ۱۹۸)۔ علاوہ بریں (شکل ۸۳ میں) نلی کا ہر (ضد)
 ہوا کی اعظم حرکت کا ایک مقام ہے۔ یعنی (ضد) ایک
 ضد عقدہ ہے۔ بند سر (عہ) اگرچہ دباؤ کی اعظم
 تبدیلی کا ایک مقام ہے، وہاں ہوا کی حرکت صفر
 ہوتی ہے۔ ان باتوں کو پیش نظر رکھنے سے یہ ظاہر
 ہوتا ہے کہ نلی کی ہوا کے ارتعاش کی اور وضعیں
 بھی ممکن ہیں۔

پس ہوائی اسطوانہ کے ارتعاش کی شرط یہ ہے
 کہ تعدد ارتعاش ایسا ہو کہ کھلا سر ایک
 ضد عقدہ ہو، اور بند سر، ایک عقدہ۔

اور عقدہ کے بازو ضد عقدہ کا مقام ہو۔
 شکل (۸۴) میں ارتعاش کی پہلی تین وضعیں
 بتائی گئی ہیں۔ واقع اور منعکس موجوں کی ترکیب سے

جو مقیم ارتعاش

حاصل ہوتا

ہے اس کے

نقل مکان کے

منحنی کی پہچان

اس شکل میں

نقطہ وار خطوط کے

ذریعہ ہوتی ہے۔

وضع (۱) پر

قبل ازیں

بحث ہو چکی ہے اس میں

تعدد ارتعاش

ع۔ = $\frac{۳}{۴}$ - ارتعاش کی دوسری وضع (ب) میں نلی

کا طول $\frac{۳}{۴}$ طول موج کے برابر ہوتا ہے۔ یعنی

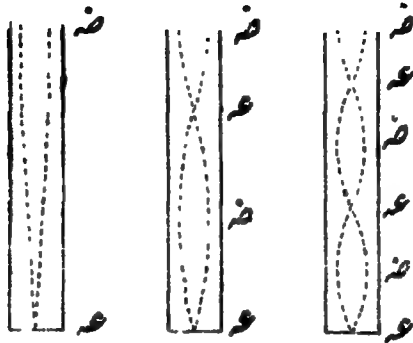
ل = $\frac{۳}{۴}$ لہ - اور چونکہ

ع = $\frac{۳}{۴}$ اس لئے ع = $\frac{۳}{۴}$ ع = ۳ ع۔

ع سے مراد اساسی سر (وضع ۱) کا تعدد ہے۔

وضع (ج) میں نلی کا طول $\frac{۱}{۴}$ طول موج کے

برابر ہے۔ یعنی ل = $\frac{۱}{۴}$ لہ اور ع = $\frac{۱}{۴}$ ع = ۵ ع۔



شکل (۸۴)

ایک طرف سے بند نلی کی ہوا کے ارتعاش کی وضعیں

تعدد ارتعاش

ع۔ = $\frac{۳}{۴}$ - ارتعاش کی دوسری وضع (ب) میں نلی

کا طول $\frac{۳}{۴}$ طول موج کے برابر ہوتا ہے۔ یعنی

ل = $\frac{۳}{۴}$ لہ - اور چونکہ

ع = $\frac{۳}{۴}$ اس لئے ع = $\frac{۳}{۴}$ ع = ۳ ع۔

ع سے مراد اساسی سر (وضع ۱) کا تعدد ہے۔

وضع (ج) میں نلی کا طول $\frac{۱}{۴}$ طول موج کے

برابر ہے۔ یعنی ل = $\frac{۱}{۴}$ لہ اور ع = $\frac{۱}{۴}$ ع = ۵ ع۔

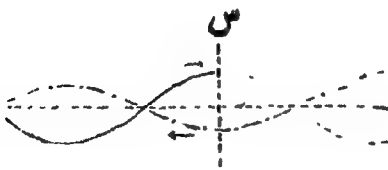
پس اس سے ظاہر ہے کہ ایک طرف سے
بند نلی کے ارتعاش کی ممکن وضعوں کے تعدد و نحو
آپس میں نسبت

۱ : ۳ : ۵ : ۷ : وغیرہ یعنی طاق عددوں کی ہوتی ہے۔
جب ایک نلی سے آواز نکلتی ہے تو اس میں ہمیشہ
پہلی چند مضاعف سُر تیاں (اور ٹونیں) ضرور موجود ہوتی
ہیں جس سے سُر میں ایک خاص کیفیت پیدا ہوتی
ہے۔ ہوا کا دباؤ تبدیل کر کے نلی میں پھونکنے سے
مضاعف سُر تیاں کی حدت بدل جاتی ہے، اور
اس سے سُر کی کیفیت میں بھی تغیر
محسوس ہوتا ہے۔

نلی کے کہلے سرے کے پاس موج کا
انعکاس۔ یہ ایک عام واقعہ ہے کہ کسی قسم کی
موج جب ایسے مقام پر پہنچتی ہے جہاں تسلسل
کسی بھی طرح سے منقطع ہوتا ہے تو موج کا ایک
حد تک انعکاس ہوتا ہے۔ اب تک موج کے انعکاس
کی کئی صورتیں بیان ہوئی ہیں۔ مثلاً ایک تار کے
قائم سرے اور ایک نلی کے بند سرے کے پاس
کا انعکاس۔ نلی کے کہلے سرے کے پاس جب
موج پہنچتی ہے تو انعکاس کن شرائط سے ہوتا ہے
اب بیان ہوگا۔ ہوا میں جہاں کہیں طبعی سے زائد

دباؤ ہوتا ہے ہر طرف اُس کا اثر پڑتا ہے۔ جب موج نلی میں سے گزرتی ہے اُس کے پہلوؤں کا دباؤ نلی کے بازوؤں پر پڑتا ہے جو استوار سمجھی جاتی ہیں۔ لیکن جب نلی کے کھلے سرے کے پاس موج پہنچتی ہے تو نلی ختم ہو جانے کی وجہ سے موج کے پہلوؤں کے دباؤ کو روکنے والی کوئی چیز نہیں رہتی اس لئے ہر طرف موج کا پھیلاؤ ممکن ہے۔ اس سے پہلے بند سرے کے انعکاس سے متعلق جو طریقہ استدلال اختیار کیا گیا تھا اُس سے اس منعکس موج کی شکل وغیرہ بھی دریافت ہو سکتی ہے۔ یہاں ہمیں صرف یہ یاد رکھنا چاہئے کہ نلی کے کھلے سرے کے پاس اس امر کا تقاضا ہوتا ہے کہ زائد دباؤ کا ازالہ ہو یعنی دباؤ طبعی کر دیا جائے۔

شکل (۸۵) میں فرض کرو (ج) بچکاؤ کی ایک

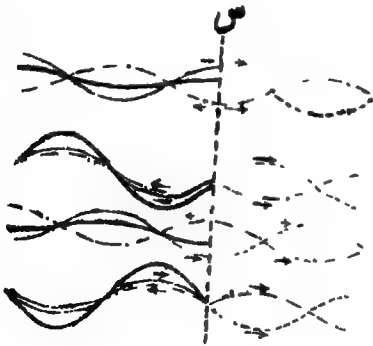


شکل (۸۵)

موج ہے جو نلی میں سے گزرتی ہوئی اُس کے کھلے سرے (س) کے پاس پہنچتی ہے۔ کھلا

سر اس امر کا تکلیف کی موج کا انعکاس نلی کے کھلے سرے کے پاس

متقاضی ہوتا ہے کہ دباؤ طبعی ہو، یعنی اگر تکثیف کی موج وہاں پہنچتی ہے تو ہوا مناسب مقدار میں باہر چلی جائے اور اگر تلطیف کی موج آتی ہے تو اندر داخل ہو جائے۔ پس (س) کمر سید ہے جانب، زنجیر نما خط کے ذریعہ، جو موج پہنچتی گئی ہے، واقع موج کے سلسلہ کو جزء تلف کرتی ہے لیکن کلاً نہیں۔ یہ واضح ہے، اس لئے کہ نلی سے معتد بہ حدت کی موجیں برآمد ہوتی ہیں۔ اسی لئے کہلے سرے کے پاس کبھی مکمل انعکاس ہونے نہیں پاتا۔ موج کا کچھ حصہ ضرور باہر نکل آتا ہے۔ (س) کے پاس سے دونوں ہمزاد موجیں جو روانہ ہوتی ہیں ان کی ہیئت ایک ہی ہوتی ہے کیونکہ (س) سے جب ہوا



شکل (۸۶)

باہر نکلتی ہے تو ہر دو سمت میں تلطیف شروع ہوتی ہے، اور جب ہوا اندر داخل ہوتی ہے تو ہر دو سمت میں تکثیف۔ (صفحہ ۲۳۹) کی طرح، نلی کے اندر واقع اور منعکس موجوں کی کرب کا عمل ہو سکتا ہے۔ (شکل ۸۶) نلی کے کچلے سرے کے پاس بچاؤ کی موج کے انعکاس کی جائز

میں ایک طول موج کے انعکاس کے چار مرحلے بتائے گئے ہیں۔ چونکہ منعکس موج حدت میں واقع موج سے کم ہوتی ہے، اس لئے نلی کے اندر موجوں کا تبادلہ مکمل نہیں ہوتا۔ پس یہ تصور کیا جاسکتا ہے کہ نلی کے اندر ہوا کے مقیم ارتعاش کے علاوہ ایک رواں موج گزرتی ہے اور نلی کے کھلے سرے کے باہر نکل آتی ہے۔

ان موجوں کے لئے یہ مساواتیں لکھی جاسکتی ہیں:-

$$\text{تکثیف کی 'واقع موج کیلئے' } \lambda = 2 \text{ جب } \pi_2 \left(\frac{2}{\lambda} - \frac{t}{d} \right) - (1) -$$

$$\left. \begin{aligned} \lambda = 2 \text{ جب } \pi_2 \left(\frac{2}{\lambda} - \frac{t}{d} \right) - (2) - \\ \lambda = 2 \text{ جب } \pi_2 \left(\frac{2}{\lambda} + \frac{t}{d} \right) - (3) - \end{aligned} \right\} \text{دو تیز تکثیف کی موجوں کیلئے}$$

مساوات (۳) منعکس موج کی مساوات ہے۔

مساوات (۱) کو ایسا بھی لکھ سکتے ہیں۔

$$\lambda = (2-1) \text{ جب } \pi_2 \left(\frac{2}{\lambda} - \frac{t}{d} \right) + \text{جب } \pi_2 \left(\frac{2}{\lambda} - \frac{t}{d} \right) - (4) -$$

مساوات (۳) اور (۴) کی ترکیب سے، نلی کے اندر ہچکاؤ کی حالت کے لئے مساوات ذیل حاصل ہوتی ہے:

$$\lambda = (2-1) \text{ جب } \pi_2 \left(\frac{2}{\lambda} - \frac{t}{d} \right) - \text{جب } \pi_2 \left(\frac{2}{\lambda} - \frac{t}{d} \right) - \text{جب } \pi_2 \left(\frac{2}{\lambda} + \frac{t}{d} \right) -$$

$$= (2-1) \text{ جب } \pi_2 \left(\frac{2}{\lambda} - \frac{t}{d} \right) - \text{جب } \pi_2 \left(\frac{2}{\lambda} - \frac{t}{d} \right) - \text{جب } \pi_2 \left(\frac{2}{\lambda} + \frac{t}{d} \right) -$$

(یہ موج کھلے سرے سے نکل آتی ہے)۔ (یہ مقیم ارتعاش کی مساوات ہے)

جو موج نلی کے باہر آتی ہے، واقع موج اور دو ہزار موجوں میں سے باہر جانے والی موج کا حاصل ہے، یعنی

$$M = 2 \times \left(\pi \times \left(\frac{t}{d} - \frac{L}{r} \right) \right) - \left(\pi \times \left(\frac{t}{d} - \frac{L}{r} \right) \right)$$

$$= (2 - 1) \times \left(\pi \times \left(\frac{t}{d} - \frac{L}{r} \right) \right)$$

دونوں طرف سے کھلی نلی میں ہوا کے

ارتعاش کے طریقے - دونوں طرف سے

کھلی نلی میں ہوا کے ارتعاش کے ممکن طریقے دریافت کرتے وقت یہ یاد رکھنا چاہئے کہ کھلا سر ہمیشہ ضد عقدہ ہوگا یعنی کھلے سر کے پاس نقل مکان کا محیط اعظم ہوتا ہے (صفحہ ۲۴۴) - پس سادہ نمبریں ارتعاش وہ ہوگا جس میں دونوں سروں کے پاس ایک ایک ضد عقدہ اور بیچ میں ایک عقدہ ہو۔ اس لئے کہ عقدہ کے بازو ضد عقدہ ہوتا ہے۔ یہ بھی دیکھنے میں آیا تھا کہ کھلے سر کے پاس دباؤ کی تبدیلی اقل ہوتی ہے پس اس لحاظ سے بھی وہاں ضد عقدہ ہونا ضروری ہے۔ اس لئے کہ جہاں عقدہ واقع ہوتا ہے اُس کے پاس کی ہوا اس کی طرف دونوں جانب سے، ارتعاش کی

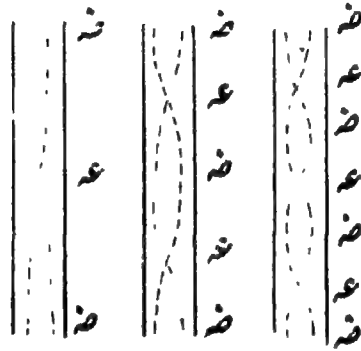
نصف مدت تک، حرکت کرتی ہے (شکل ۸۹) اور ارتعاش کی دوسری نصف مدت تک اُس سے مخالف سمتوں میں۔ پس عقدے کے پاس دباؤ کی تبدیلی اعظم ہوتی ہے۔

شکل ۸۹ (۱) میں کہلی نلی کے ارتعاش کا سادہ

تین طریقے بتایا گیا ہے۔

نلی کا طول دو متصل عقدے کے

ضدوں کا قافلہ ہے اس لئے



شکل (۸۹)

نصف طول کے

موج کے دونوں طرف سے کہلی نلی کی ہوا کے ارتعاش کے طریقے

مساوی ہے (صفحہ ۱۹۸)۔ چونکہ $\text{مس} = \text{ع} \cdot \text{ل} = \text{ع} \cdot \frac{\text{مس}}{\text{ع}} = \text{ل}$

اساسی سر کا تعدد یہی ہے۔ نلی کی ہوا کے

ارتعاش کا دوسرا طریقہ شکل (ب) کا سا ہوتا ہے،

اس میں نلی کا طول ایک طول موج کے مساوی

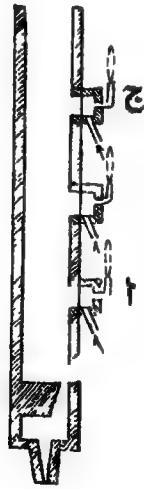
ہوتا ہے۔ اور تعدد ارتعاش $(\text{ع}) = \frac{\text{مس}}{\text{ل}} = \frac{\text{مس}}{\text{ع} \cdot \text{ل}} = \frac{1}{\text{ع} \cdot \text{ل}}$ ۔

یہ پہلی مضاعف سُرقتی ہے۔ اُس کا تعدد

اساسی سر کے تعدد کا دوگنا ہے۔ شکل (ج)

میں تعدد (ع) = $\frac{۷۳}{۲}$ = ۳۶.۵ - پس کہلی نلی کے اساسی سر اور مضاعف سرتیوں کے تعددوں میں نسبت طبعی اعداد، یعنی ۱ : ۲ : ۳ : ۴ : وغیرہ کی ہے۔ صفحہ (۲۴۴) پر بتایا گیا تھا کہ ایک طرف سے بند نلی کے اساسی سر اور مضاعف سرتیوں کے تعددوں میں نسبت صرف طاق عددوں کی ہے۔ اسی صفحہ پر بند نلی کے سر کی کیفیت وغیرہ کے متعلق جو کچھ بیان ہوا تھا کہلی نلی

پر بھی حاوی ہے۔ فشار بیضائی شعلے وغیرہ۔ ارگن نلی میں عقدوں کے پاس دباؤ کی اعظم



شکل (۸۸)

تبدیلی کا ثبوت فشار بیضائی شعلوں کے ذریعہ (صفحہ ۱۴۲) ہو سکتا ہے۔ شکل (۸۸) میں نلی کے ایک بازو چند فشار بیضائی شعلوں کا انتظام کیا گیا ہے۔ کہلی نلی کو آہستہ پھونک کر شعلہ (ب) کو جب گھومتے ہوئے آئینہ میں دیکھتے ہیں تو کنارہ

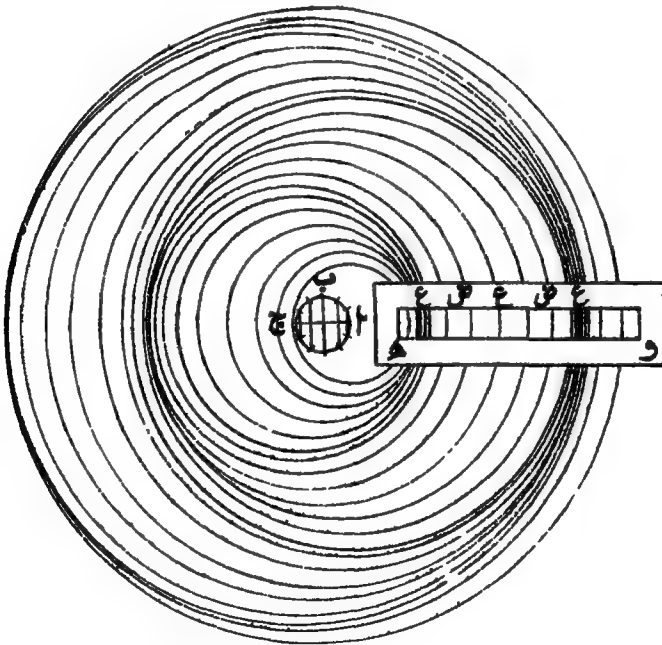
دندانہ دار نظر آتا ہے۔ ذرا فشار بیضائی شعلوں سے نلی کے عقدوں کی پیمائش

زیادہ زور سے پھونکنے سے شکل ۸۷ (ب) کی پہلی سُرَتی پیدا ہوگی اور شکل ۸۸ (۱) اور (ج) کے پاس کے شعلے دندانہ دار نظر آئیں گے، اور (ب) کے پاس کا شعلہ قریب قریب خاموش جلیگا۔ کافی تعداد میں ایسے فشار پیمائی شعلوں کا انتظام کرنے سے شکل (۸۷) کے تمام عقدے معلوم ہو سکتے ہیں بشرطیکہ نلی مناسب زور سے پھونچی جائے۔ یہ عام قاعدہ ہے کہ نلی جیسی تنگ ہوگی اور جس قدر زور سے پھونچی جائیگی اُس میں زیادہ اونچے امتداد کی مضاعف سُرَتیاں پیدا ہوئیں گی۔

ایک دوسرا طریقہ عقدوں اور اُن کے ضدوں کے مقام دریافت کرنے کا یہ ہے کہ نلی میں تار کے ذریعہ ایک پھوٹا کاغذ کا پردہ، جس پر تھوڑی باریک ریتی چھڑکی لگئی ہو، اتاری جائے۔ نلی کا ایک بازو شیشے کا ہونا چاہئے تاکہ کاغذ پر ریتی کی حرکت دیکھی جاسکے۔ عقدے کے پاس ریتی ساکن رہے گی لیکن عقدے کے ضد کے پاس ریتی کو ہيجان ہوگا اور وہ کاغذ پر اچھلنے لگے گی۔

چیشائٹر کا قرص - بولتی نلی کی ہوا کی حرکت کا، شکل (۱۲۸) کے مشابہ ایک شکل سے، جو چیشائٹر کے قرص کے نام سے مشہور ہے، اظہار ہو سکتا ہے۔

ایک چھوٹے دائرے کے محیط کو ۱۲ مساوی حصوں میں نقطوں کے ذریعہ تقسیم کیا جاتا ہے۔ (ملاحظہ ہو شکل ۸۹)۔ ان نقطوں سے دائرے کے قطر AC پر عمود ڈالے جاتے ہیں اور ان کے تقاطع کے نقطے بالترتیب بتدریج بڑھنے والے قطروں کے دائروں کے مرکز بنائے جاتے ہیں۔ پہلے (۱) مرکز بنایا جائے۔ پھر اس کے بعد کا نقطہ اس طرح یکے بعد دیگرے (ج) مرکز بنایا جائے۔ پھر ترتیباً (۱۲) کی طرف واپس لوٹا جائے۔ یہی عمل کئی بار دہرایا جائے۔



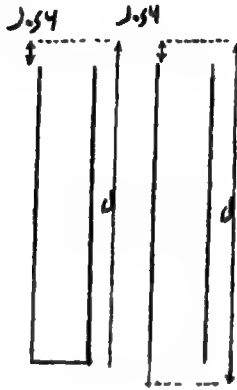
شکل (۸۹)

پیشہ کار کا قسم

ان سب دائروں کو اگر ایک چوڑے پتھر سے، جس کے بیچ میں ایک تنگ مستطیل پٹی ھو تراشی گئی ہو، ڈھانپ کر قرص کو دائرے اباج کے مرکز پر گھمایا جائے تو دائروں کے خط پٹی میں سے، طولی ارتعاش کرتے ہوئے نظر آئینگے۔ ع، ع، ع عقدے ہونگے اور ض، ض عقدوں کے ضد۔ یہ بھی معلوم ہوگا کہ خطوط ایک ایک عقدے کی طرف دونوں جانب سے، ارتعاش کی نصف مدت تک، حرکت کرینگے اور دوسری نصف مدت تک عقدے سے مخالف جانب میں۔

نلیوں کے سروں کے اثر کی تصحیح۔ احتیاط سے تجربہ کیا جاتا ہے تو معلوم ہوتا ہے کہ ایک طرف بند نلی کا طول اساسی سر کے طول موج کا ٹھیک چوتھائی حصہ نہیں ہے اور نہ دونوں طرف سے کہلی نلی کا طول موج کے طول کا ٹھیک آدھا حصہ۔ وجہ یہ ہے کہ انعکاس ٹھیک کہلے سرے کے مستوی میں نہیں ہوتا ہے۔ نلی کے کہلے سرے کے پاس انعکاس کی نوعیت ایسی ہے کہ وہ کلاً ایک مستوی میں محدود نہیں رہ سکتا۔ عملی طور پر نلی کا کہلا سرا، انعکاس کے لحاظ سے، اُس کے حقیقی مقام پر نہیں بلکہ اُس سے کچھ فاصلہ آگے بڑھا ہوا

تصور ہو سکتا ہے۔ تجربہ سے دریافت ہوا ہے کہ



اسطوانی شکل

کی نلی کے لئے

عملی طول اس

قیاس پر شمار

کیا جاسکتا

ہے کہ انعکاس

ایک ایسے

مستوی سے

ہوتا ہے جو

نلی کے کہلے

شکل (۹۰)

نلی کے کہلے سرے کے پاس 'سر کی تصحیح'

سے بقدر فاصلہ $0.14 \times$ نلی کا نصف قطر

آگے واقع ہوتا ہے۔ صفحہ ۲۴۴ اور صفحہ ۲۵۰ پر اساسی

سر اور مضاعف سرتیوں کے تعدد شمار کرنے میں نلی

کا یہ عملی، نہ کہ حقیقی، طول محسوب ہونا چاہیے۔

چنانچہ ایک طرف سے بند نلی کے لئے

$$L = \text{حقیقی طول} + 0.14 \times \text{نصف قطر}$$

اور دونوں طرف سے کہلی نلی کے لئے

$$L = \text{حقیقی طول} + 1.12 \times \text{نصف قطر}$$

اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اگر 'سے' کے اثر

کی تصحیح، بالکل مستقل ہے تو نلی کی مضاعف سرتیوں

کا ایک ہارمونک سلسلہ بنتا ہے۔ یہ شرط صرف اُسی حالت میں پوری ہوتی ہے جبکہ ارتعاش کا طول موج نلی کے نصف قطر کی نسبت بڑا ہوتا ہے ایک تنگ دونوں طرف سے کہلی نلی کی مضاعف سُرئیوں کے تعددوں میں نسبت قریب قریب ۱، ۲، ۳، ۴، وغیرہ کی ہوتی ہے۔ لیکن اگر نلی کا منہ کشادہ ہو، جوں جوں مضاعف سُرئیوں کے تعدد اونچے ہوتے جائینگے (سرے کی تصحیح میں بھی زیادتی ہوتی جائیگی۔ پس مضاعف سُرئیوں کے تعدد ایک ہارمونک سلسلہ میں نہ ہونگے۔ معذا کشادہ منہ کی نلی میں اُن کی پیدائش چنداں سہل نہیں۔ اسلئے ایسی نلی کے سُر میں، بہ نسبت تنگ منہ کی نلی کے سُر کے، مضاعف سُرئیوں کی زیادہ قلت ہوتی ہے۔

پلم ہولٹس نے ثابت کر کے بتایا کہ اگر نلی کا منہ گھنٹے کی شکل کا سا ہو تو اُس کے لئے 'سرے' کی تصحیح کی ضرورت نہیں۔ یعنی ضبہ عقدہ ٹھیک سرے کے مستوی ہی میں واقع ہوتا ہے۔ گھنٹے کا پہلو قطع زائد کی شکل میں چاہئے اور منہ کا نصف قطر نلی کے اسطوانی حصہ کے نصف قطر سے ۲:۱ کی نسبت رکھے۔ ایسے منہ والی نلی کی مضاعف سُرئیاں ایک

صحیح ہارمونک سلسلہ میں ہونگی۔ یہ بات پیتل کے
سوائی موسیقی سازوں کی تعمیر میں اس لئے
اہمیت رکھتی ہے کہ ان سازوں کی مضاعف
سُرتیوں کا سلسلہ حتیٰ الامکان ٹھیک ہارمونک
ہونا چاہئے۔

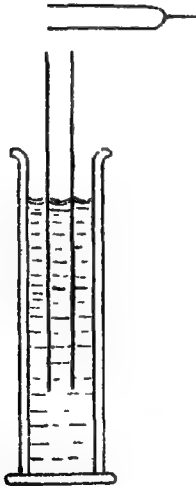
محزوطی نلیاں۔ محزوطی نلیوں پر نظری حیثیت
سے بحث کسی قدر پیچیدہ ہونے کی وجہ سے
اُس کو یہاں فروگزاشت کر دیا جاتا ہے۔ لیکن
اُن سے متعلق دو ایک ضروری باتیں قلبند کی جاتی
ہیں۔ جب محزوط کا زاویہ چھوٹا ہوتا ہے تو کہلے سرے
کے پاس ضد عقدہ واقع ہوتا ہے، اور مضاعف
سُرتیوں کے عتدوں کے ضد نلی کے محور پر
مساوی فاصلوں سے واقع ہوتے ہیں۔ مہذا
محزوطی نلی جو اس کے پاس بند اور مُنہ کے

پاس کہلی ہوتی ہے اُس کی مضاعف
سُرتیوں کے تعدد آپس میں ۱، ۲، ۳، ۴، وغیرہ
یعنے سارے طبعی عددوں کی نسبت رکھتے ہیں۔ یہ
بات ایک طرف سے بند اسطوانی شکل کی نلی کے
بالکل برعکس ہے، جس کی مضاعف سُرتیوں کے
تعددوں میں صرف طاق اعداد کی نسبتیں پائی جاتی

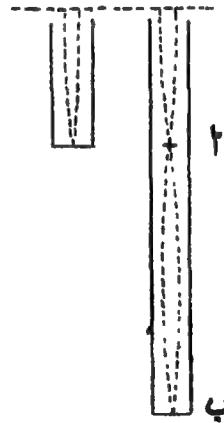
ہیں۔ چنانچہ مخروطی شکل کی ارگن نلی کی آواز میں جس کی ہوائے کی پٹی کے ذریعہ ارتعاش میں لائی جاتی ہے (صفحہ ۲۸۷) اور جس کا عمل ایک طرف سے بند نلی کے مشابہ ہوتا ہے، مضاعف سرتیوں کا پورا ہارمونک سلسلہ موجود ہو سکتا ہے۔

تجربہ (۸)۔ ہوا میں آواز کی رفتار

کی تعین گمک کے ذریعہ۔ معلوم تعدد کے ایک دو شاخہ کو لکڑی کی ہتھوڑی سے مار کر مرتعش کرتے ہیں اور پانی میں کچھ عمق تک ڈوبی ہوئی ایک نلی کے منہ پر پھرتے ہیں (شکل ۹۱)۔ نلی کو حسب ضرورت



شکل (۹۱)
ہوا کے اسطوانے کی گمک



شکل (۹۲)
نلی کے سرے کی لقیہ کا اسقاط

اوپر اٹھا کر یا نیچے اتار کے اُس کے اندر کے ہوائی
اسطوانے کا طول ٹھیک کیا جاسکتا ہے، ایسا کہ
دو شاخہ کے ساتھ گمک بلند ترین ہو۔ اس طول
کو ناپ لے کر، سرے کی تصحیح (یعنی $0.4 \times$ نصف قطر)
اضافہ کرنے سے نلی کا عملی طول (ل) معلوم ہوجاتا
ہے۔ یہ طول موج (لہ) کا چوتھائی حصہ ہے۔
اور چونکہ

$$س = ع = لہ = ۴ ع لہ$$

آواز کی رفتار ہوا میں (س) دریافت ہوجاتی ہے
واضح ہو کہ س کی جو قیمت حاصل ہوگی ہوا کی صفر
تپش پر نہ ہوگی بلکہ تجربہ کے وقت کی تپش پر ہوگی۔
مٹی تپش پیمائے کے ذریعہ یہ تپش معلوم کر کے اس ضابطہ
کے ذریعہ صفر درجہ مٹی تپش کی حالت میں رفتار
کی تعیین ہوسکتی ہے۔

$$س = س. م. ا. + ت یا س. م. ا. = \frac{ت}{۲۴۳}$$

جس میں ت سے مراد ہوا کی تپش مطلق پیمانہ

پر ہے۔
سرے کی تصحیح، ساقط کرنے کا اس سے بہتر
طریقہ یہ ہے کہ نلی کو پانی سے اور اوپر کھینچ کر اُسکا
ایک دوسرا طول دریافت کیا جائے جو دو شاخہ

کے ساتھ ٹمک دے۔ یہ طول پہلے طول کا قریب تدریب سے چند ہوتا ہے۔ نلی کے پہلے اور دوسرے طول میں تفاوت آب کی لمبائی ہے (شکل ۹۲) جو آواز کا نصف طول موج ہے۔ تفاوت نکالنے میں دوسرے کی تصحیح، ساقط ہو جاتی ہے۔ اور

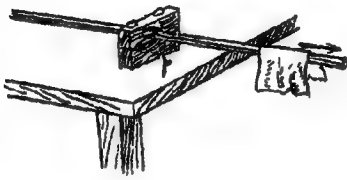
$$s = 2 \text{ ع } (2 \text{ آب})$$

سلاخوں کا طولی ارتعاش۔ اگر لکڑی کی ایک سلاخ پر رال لگا ہوا فلالین، یا شیشے کی سلاخ پر بھینکا کپڑا پھیرا جائے تو سلاخ میں ارتعاش پیدا ہو سکتا ہے۔ سلاخ کے سروں کے پاس چونکہ وہ بہ نسبت اور حصوں کے زیادہ آزاد ہوتے ہیں عقدوں کے ضد ہونگے۔ اور ارتعاش کی سادہ ترین وضع میں سلاخ کے وسطی مقام پر ایک عقدہ ہوگا پس اُس کا ارتعاش دونوں طرف سے کھلی نلی کی ہوا کے مشابہ ہے جبکہ اُس سے اساسی سر پیدا ہوتا ہے۔ (ملاحظہ ہو شکل ۲۸۷)۔ اگر سلاخ کو کسی مقام پر جکڑ کر اس طرح مرتعش کرانا مقصود ہو تو واضح ہے کہ وہ مقام وسطی ہونا چاہئے تاکہ سلاخ کے ارتعاش میں مداخلت نہ ہونے پائے۔ سلاخ کی مضاعف سرتیاں چنداں اہمیت نہیں رکھتی ہیں اسلئے

تجربہ (۹)۔ ایک سلاخ میں آواز

کی رفتار کی تعین۔ فرض کرو لکڑی یا شیشہ کی ایک سلاخ اُس کے وسطی مقام (۱) پر جکڑ دی گئی ہے

دیکھو شکل (۹۳)



اگر سلاخ لکڑی

یا فلزی مادہ

کی ہو تو فلاں

پر رال لگا کر

اس پر سے

(زور سے دبا کر)

(شکل ۹۳)

تار کا طول ارتعاش

پھیرو اور اگر شیشے کی ہو تو ایک بھیگا توال پھیرو، حتیٰ کہ ارتعاش سے سر پیدا ہو۔ صوت پیدا کی غیر قائم گھوڑی کی مدد سے تار کا ایک ایسا طول دریافت کرو جو سلاخ کے ساتھ ہم سر ہو۔ اس کا ضرور خیال رکھا جائے کہ یونینزن واقع ہو نہ کہ اوکٹیو۔ تار کا جو طول ملے اُس کو ناپ لو۔ فرض کرو کہ وہ L ہے۔ اب گھوڑی کا مقام تبدیل کر کے دیکھو اُسی تار کا کس قدر طول ایک معلوم تعدد کے میاری دو شاخے کے ساتھ ہم سر ہونے کے لئے چاہئے۔ اس کو ناپ لو اگر وہ بالفرض

$$\text{سلاخ کا تعدد} = \frac{\text{سلاخ کی لمبائی}}{\text{تار کا تعدد}}$$

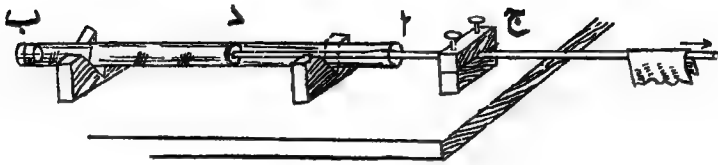
اس نسبت سے سلاخ کا تعدد معلوم ہو جائیگا۔
سلاخ کا طول ناپ کر اس کو دو سے ضرب
دینے سے طول موج (لہ) حاصل آئے گا۔

چونکہ موج کی رفتار سلاخ میں = c لہ
پس اس طرح چند مختلف مادے کی سلاخوں میں رفتار
دریافت کرو۔

کنٹکٹ کی غباری شکلیں - ایک سلاخ
کے طولی ارتعاشوں کے ذریعہ ہوا کے ایک
اسطوانے کو مقیم ارتعاش کی حالت میں لاسکتے
ہیں اور سلاخ کے تعدد کی مناسبت سے
ہوا میں طول موج کیا ہوگا دریافت کر لیا جاسکتا

ہے۔
شیشے کی ایک نلی جس کا ایک سر
(ب) بند ہے چند v شکل کے لکڑی کے
کندوں پر جمائی جاتی ہے۔ دیکھو شکل (۹۴)۔
سلاخ کا ایک سر نلی کے منہ ۲ میں داخل
کر کے سلاخ اس کے وسطی مقام (ج) پر
شکنبہ میں جکڑ دی جاتی ہے۔ سلاخ کے دوسرے

سرے پر جو نلی میں داخل ہے، پٹھنے یا فلز کا ایک پتلا



شکل (۹۴)

کُنٹ کی غباری شکلیں

قرص (د) مضبوط بٹھا دیا جاتا ہے۔ یہ قرص نلی کے بازوؤں کو چھوئے بغیر، نلی کی تراش کے اکثر حصہ کو ڈھانپ دینا چاہئے۔ استعمال سے پہلے نلی کو گرم کر کے پورا خشک کر لینا چاہئے۔ پھر لائیگو پوڈیم کا سفوف اُس میں پھیلا دیا جاتا ہے۔ سلخ پر گیلا کپڑا دبا کر پھیرنے سے اُس میں ارتعاش پیدا ہوگا اور (د) سے بچکاؤ کی موجیں نکلتی ہوئی ہوں گی۔ گزریں گی اور (ب) پر منعکس ہوں گی۔ اگر قرص (د) نلی میں ٹھیک مقام پر ہوگا تو (ب) کے پاس ہوائی اسطوانہ کا عقدہ واقع ہوگا اور (د) کے پاس سلخ کا ضد عقدہ۔ اور (ب) اور (د) کے بیچ میں ہوا

مقیم ارتعاش کرے گی۔

اگر یہ ارتعاش کافی زور دار ہے تو سفوف عقدے کے ضدوں پر متوازی مینڈوں کی شکل میں جمع ہو جاتا ہے۔ ہر دستہ کی بیچ کی مینڈ کو ٹھیک عقدے کے ضد کا مقام تصور کر سکتے ہیں۔ اگر تجربہ کامیاب طریقہ پر کیا جائے تو نلی میں ایسے پانچ چھ دستے مل سکتے ہیں۔ اور ان کا درمیانی فاصلہ ناپا جاسکتا ہے۔ [بہتر طریقہ یہ ہے کہ اس طرح پر کئی عقدوں کے ضدوں کا فاصلہ ناپ کر ان کی تعداد پر تقسیم کیا جائے۔ اس سے دو متصل ضد عقدوں کا اوسط درمیانی فاصلہ معلوم ہو جاتا ہے۔ م۔] چونکہ دو متصل ضد عقدوں کا درمیانی فاصلہ ہوائی ارتعاش کا نصف طول موج ہوتا ہے اور سلاخ کا طول سلاخ کے اسی تعدد ارتعاش کا نصف طول موج لہذا

ہوائی اسطوانہ کے دو متصل عقدے کا ضد و نیکا اوسط درمیانی فاصلہ آواز کی رفتار ہوا میں

سلاخ کا طول

سلاخ کا طول

اگر ان ارتعاشوں کا تعدد صوت پیا اور (معیاری) دو شاخ کے ذریعہ معلوم کر لیا جائے تو آواز کی رفتاریں ہوا اور سلاخ دونوں میں دریافت ہو سکتی ہیں۔

تجربہ (۱۰) آواز کی رفتار ہوا میں گنٹ

کی غباری شکلوں کے ذریعہ۔ شکل (۹۴) کی طرح
 سلاخ اور خشک نلی کو (اس میں لائیکو پوڈیم کا سفوف
 پھیلا کر) ترتیب دو۔ سلاخ پر گیلہ کپڑا زور سے دبا کر
 پھیرو۔ اور نلی کو آہستہ بتدریج اس کے محور کے
 متوازی سرکاؤ ساتھ ہی اُس کو ذرا ذرا محور پر گھماتے
 بھی جاؤ یہاں تک کہ غباری شکلیں پیدا ہو جائیں۔ سرکے
 پر جو عقدوں کے ضد واقع ہوں اُس کا درمیانی فاصلہ
 ناپ کر اُس کو اُن کی تعداد پر تقسیم کر کے اوسط
 طول موج معلوم کرو۔ سلاخ کے سر کا تعدد اُس کے
 ساتھ صوت پیا کے تار کو ہمسہ کر کے اور پھر ایک
 سیٹڈرڈ دو شاخہ کے ساتھ ہمسہ کر کے دریافت کر لو
 جیسا صفحہ (۲۶۲) پر بتایا گیا ہے۔ تو

آواز کی رفتار ہوا میں = $c \times \lambda$ لہ

مٹی تپش پیتا پر تپش پڑھ کر رفتار صفر درجہ مٹی پر
 شمار کرو۔

دوسری گیسوں میں آواز کی رفتار۔ دوسری
 گیسوں میں آواز کی رفتار کی تعیین کے لئے اس بات
 کی ضرورت ہوتی ہے کہ گنٹ والی غباری نلی میں
 ہوا کو خارج کر کے، اس گیس کو داخل کرنے کے ذرائع
 استعمال کئے جائیں۔ ہیڈروجن یا کاربونک ایسڈ گیس
 کے لئے معمولی کپ والا آلہ کافی ہوتا ہے۔ لیکن

داخل کرنے سے پہلے گیس کو خشک کرنے کی نلیوں میں سے گزرنے دیا جائے۔ پھر غباری شکلیں پیدا کی جائیں اور تعدد اور رفتار شمار کر لئے جائیں۔ عام طور پر ہوا خارج کرنے سے پہلے نلی میں یہ غباری شکلیں پیدا کر لی جاتی ہیں۔ اس کے بعد ہوا کے بجائے گیس بھر کر یہی عمل دہرایا جاتا ہے۔ اس طور پر گیس اور ہوا میں ایک ہی سر کے موج کے طولوں کی نسبت دریافت ہو جاتی ہے لہذا،

$$\frac{\text{آواز کی رفتار گیس میں}}{\text{طول موج گیس میں}} = \frac{\text{طول موج ہوا میں}}{\text{آواز کی رفتار ہوا میں}}$$

بعد کو تپش کی تصحیح کر لی جائے۔

آٹھویں باب کی مشقیں

- (۱)۔ ایک گمک دینے والی نلی میں جس کا قطر ۲ سم ہے پانی ڈالا جاتا ہے۔ جب اس کے ہوائی اسطوانہ کا طول ۵/۵ سم ہوتا ہے تو ۱۲ تعدد ارتعاش والے ایک

دو شاخے سے بلند ترین گمک دیتی ہے۔
 (۱) اس سُر کا طول موج اور (ب) آواز کی
 رفتار ہوا میں دریافت کرو۔
 (۲) دو ارگن نلیاں، ایک دونوں طرف سے
 کھلی دوسری ایک طرف سے بند، ایک ہی سُر دیتی ہیں۔
 ان کے طولوں میں کیا نسبت ہے؟ ہر ایک نلی میں کون
 کون سی مضاعف سُر تیاں (اور ٹونیں) ہونا ممکن
 سمجھتے ہو بتاؤ۔

(۳) گیسوں میں آواز کی رفتار پر تپش اور کثافت
 کا کیا اثر ہے بیان کرو
 ایک سیٹی کو ۱۸ م تپش پر بجاتے ہیں تو
 اُس سے ایک تعدد کا سُر پیدا ہوتا
 ہے۔ کیا تپش ہونی چاہئے تاکہ اُس کے
 سُر کا تعدد اب پہلے تعدد کا $\frac{9}{8}$ ہو جائے
 (ا۔ ی۔)

(۴) گمک کے ذریعہ ہوا میں آواز کی
 رفتار دریافت کرنے کا کوئی طریقہ بیان
 کرو۔
 (ا۔ ی۔)

(۵) ارگن نلی سے جو سُر نکلتے ہیں اُن کے
 تعدد ہوا کی تپش کے کس طرح تابع ہیں؟
 ایک ارگن نلی جس کا سُر صبح کے وقت

۱۵ م تپش پر، ۲۵۶ تعدد کے سر کے ساتھ ملایا گیا تھا، شام میں زور سے پھونکتے ہیں، تو اُس سے ۵۱۶ تعدد کا سر نکلتا ہے۔ دریافت کرو اُس وقت تپش کیا تھی، اور نلی کس قسم کی تھی۔ (ل-ی-۱)

(۶)۔ دو ارگن نلیاں تین تین فٹ لمبی ہیں۔ ان میں سے ایک، دونوں طرف سے کھلی ہے اور دوسری، ایک طرف سے بند۔ جب ہوا میں آواز کی رفتار ۱۱۲۰ فٹ فی ثانیہ ہو اُس وقت اگر اُن کو پھونکیں تو اُن کے اساسی سروں، اور خاص خاص سرتیوں کے تعدد کیا ہونگے؟

(۷)۔ تپش کی تبدیلی کا (۱) ایک ارگن نلی کے، (ب) ایک سر پیدا کرنے کے دو شاخے کے، امتداد پر کیا اثر پڑتا ہے؟

۳ فٹ لمبی ایک ارگن نلی کے امتداد میں، ۱۵ م سے ۱۵ م تپش کی تبدیلی سے، کیا تفسیر واقع ہوتا ہے شمار کرو۔ (ل-ی-۱)

(۸)۔ اگر (۱) ایک ارگن نلی میں، (ب) ایک سر کے دو شاخے کے گرد، بجائے ہوا کے ہیڈروجن گیس بہری جائے تو، بتاؤ امتداد اور

طول موج میں، اگر کچھ تغیر واقع ہوتا ہے تو کیا ہوتا ہے۔ بہر صورت وجوہ بھی بیان ہوں۔ (ل-ی-)

(۹)۔ ایک ایسا تجربہ بیان کرو جس میں، دیگر امور کے ذریعہ، یہ ثابت ہوتا ہے کہ آواز کو غلے کی گیس میں بہ نسبت ہوا کے زیادہ تیز رفتار سے گزرتی ہے۔ ان رفتاروں کی نسبت دریافت کرنے کے لئے کن چیزوں کی پیمائش کی ضرورت ہوگی۔ (ل-ی-)

(۱۰)۔ ایک ارگن نلی سے ۱۲۰ تعدد کا ایک اساسی سُر نکلتا ہے۔ زیادہ قوت کیساتھ پھونکنے سے، اس سے ۲۴۰ تعدد کا ایک سُر برآمد ہو سکتا ہے۔ آیا وہ بند نلی ہے یا کھلی؟ جواب کے ساتھ وجوہ بھی بیان ہوں۔

(۱۱)۔ ضربوں کی پیدائش کس طرح ہوتی ہے؟

ایک ارگن نلی ۲ فٹ ۹ انچ لمبی ہے اور دوسری اُس سے آدھا، ۹ انچ زیادہ لمبی۔ ان کو ایک ساتھ پھونکتے ہیں تو فی ثانیہ تین ضربیں سنائی دیتی ہیں۔ دریافت کرو

مشاہدہ کے وقت ہوا میں آواز کی رفتار کیا ہوگی - (ل-ی-)

(۱۲) - کسی مقررہ تعدد کی آواز کے ہوائی طول موج پر پیش کا اثر دریافت کرنے کے لئے کوئی تجربہ بیان کرو - (ل-ی-)

(۱۳) - ہوا کا ایک اسطوانہ اور سر پیدا کرنے کا ایک دو شاخہ جب بالکل ارتعاش کرتے ہیں تو ۴ ضربیں فی ثانیہ سنائی دیتی ہیں - ان دونوں میں دو شاخہ کا سر نیچا ہے اور ہوا کی پیش ۵^ام ہے - جب پیش ۱۰^ام پر آتی ہے تو دونوں آوازوں کے تداخل سے فی ثانیہ ۳ ضربیں پیدا ہوتی ہیں - دو شاخہ کا سر دریافت کرو - (ل-ی-)

(۱۴) - مختلف سازوں پر ایک ہی استاد اور بلندی کے سر بجاتے ہیں تو ان کی کیفیتوں میں نمایاں فرق محسوس ہوتا ہے اس کے اسباب کیا ہیں؟ کہلی نلی کے سر اور بند نلی کے سر میں کیا فرق ہے؟ (ل-ی-)

(۱۵) - آواز کا انعکاس بالترتیب بند منہ اور کہلے منہ کی نلیوں میں کیونکر ہوتا ہے عام طور پر

سمجھاؤ اور ان میں فرق کیوں ہوتا ہے اُس کے
وجہ بیان کرو۔ (کلیئہ الہ آباد)

(۱۶)۔ جب قریب قریب مسادی سُر کے
دو دو شاخے ایک ساتھ ارتعاش کرتے ہیں تو
اُن سے ضربیں کس طرح پیدا ہوتی ہیں سمجھاؤ
دو گہلی نلیاں (بنفیر قور کی) دونوں ۲ میٹر
لمبی لیکن ایک کا قطر ۱۲ سم اور دوسرے
کا ۲۴ سم ہے، جب ہلکر آواز دیتی ہیں
تو کچھ ضربیں پیدا ہوتی ہیں دریافت کرو
ان کو ہس کر کے لئے کس نلی کو بس قدر
چھوٹا کرنا چاہئے۔

آواز کی رفتار (ہوا میں) ۳۴۰ میٹر فی ثانیہ
ہے اور دوسرے کی تصحیح = ۰.۵ ط جبکہ ط
نلی کی عمودی تراش کا نصف قطر ہے۔
(کلیئہ مدراس)

(۱۷)۔ ہوا میں جب ایک موسیقی موج کسی
استوار دیوار سے ٹکراتی ہے تو انعکاس کس
طرح ہوتا ہے سمجھاؤ۔ ثابت کرو کہ تکثیف
انعکاس کے بعد تکثیف رہتی ہے اور تخلیف
تخلیف۔

(۱۸)۔ بند اور گہلی ارگن نلیوں کی ہوا کے

ارتعاش کے ممکن طریقوں کا، ایک دوسرے سے مقابلہ کرو۔

ایک بند اور ایک کھلی نلی کے طولوں میں کیا نسبت ہونی چاہئے تاکہ کھلی نلی کی تیسری مضاعف سُرقتی (ادور ٹون) بند نلی کی دوسری مضاعف سُرقتی کے ساتھ ہمسر ہو؟ (ل۔ م۔ ۱۰)

(۱۹)۔ نلی کے پہلے سرے کے پاس ہوائی موج کا انعکاس کس طرح ہوتا ہے اس کی توضیح کیلئے شکلیں کھینچو۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ یہاں تکثیف کے انعکاس سے تطہیف اور تطہیف کے انعکاس سے تکثیف وقوع میں آتی ہے؟

(۲۰)۔ جب سُر پیدا کرنے کے ایک دو شاخہ کے ارتعاش سے ہوا میں، آگے کو بڑھنے والی، آواز کی، موجوں کا، ایک سلسلہ پیدا ہوتا ہے تو اس سے کیا حرکتیں وقوع میں آتی ہیں بیان کرو۔ اور بتاؤ عام خصوصیات کے لحاظ سے ان میں اور ان مقیم موجوں میں، جو ایک گمک دینے والی نلی میں پائی جاتی ہیں، کیا فرق ہے۔



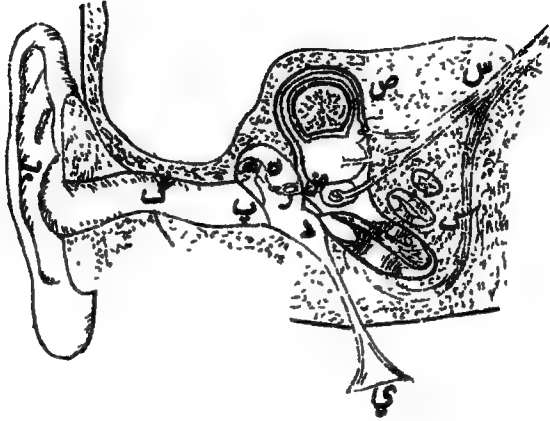
نواں باب



کان اور موسیقی آلات

انسان کا کان - چونکہ کان ایک ایسا عضو ہے جس کے باعث آواز کا احساس ہوتا ہے اس لئے یہاں طبیعیات کے نقطہ نظر سے اس کا مختصر بیان لکھا جاتا ہے۔ کان کے تین واضح حصے کہئے جاسکتے ہیں : کان کا بیرونی حصہ، جس میں آواز کی موجیں جمع ہوتی ہیں۔ وسطی حصہ یا سماخ گوشہ جو ارتعاشوں کو بیرونی حصے سے سمیٹ کر اس کے اندرونی حصے یا لایرنٹہ (یعنی الجھن)

میں منتقل کرتا ہے۔ ان کی اضافی وضعیں شکل ۹۵



شکل (۹۵)

گوش انسانی کی تراش (کشن)

کے معائنہ سے، جو کان کی تراش کا نقشہ ہے، معلوم ہو سکتی ہیں۔

(ب) کان کا وہ حصہ (کونکا) ہے جو سر کے باہر ہوتا ہے۔ اس کا فعل ایک قیف کا سا ہوتا ہے جس کا تنگ سرا بیرونی اوڈیٹری ٹیبل (ریگنر سماعت گ) کے پاس پہنچتا ہے۔ یہاں اس کو پردہ (پ) ٹمپنک ممبرین، ڈھانپ دیتا ہے۔ غلطی سے اسکو کان کا ڈرم کہتے ہیں۔ حقیقی ڈرم اس

جوف کا نام ہے جس کا بیرونی پہلو ٹمپنک ممبرین سے محدود ہے، اور اندرونی پہلو باستثناء دو مقاموں (ضی اور ۱) کے، جن پر سے جھلیاں مڑی ہوئی ہوتی ہیں، استخوانی دیواروں سے محدود ہے (۲) فنسٹرا او والس (بیضادی دریچہ) کہلاتا ہے، اور (۳) فنسٹرا روٹنڈا (دائری دریچہ)۔ ڈرم کو حلق کے اوپر کے حصہ سے بھی یوٹیشن نلی (۴) کے ذریعہ راستہ ہے۔ اس کی وجہ سے ٹمپنک جہلی کے دونوں بازو ہوا کے دباؤ میں مساوات قائم رہتی ہے۔

پچکاؤ کی موجیں جب ٹمپنک جہلی کے پاس پہنچتی ہیں تو ان کو قسری ارتعاش ہوتا ہے۔ یہ ارتعاش تین چھوٹی ہڈیوں کے ذریعہ، جن کو باہرگیر جوڑ ہوتا ہے، آگے کی طرف منتقل ہوتا ہے۔ مالیوس (تھوڑا) ٹمپنک جہلی سے لگا ہوا ہوتا ہے۔ انکوس (سنداں یا نہائی) ان تھوڑے سے متحرک ہو کر تیسری ہڈی سٹپس (رکاب) کو حرکت دیتا ہے۔ رکاب کا قاعدہ ایک چھوٹی بیضادی جہلی (ضی) سے لگا ہوتا ہے۔ یہ لابیئر تھم یعنی الجھن کی ایک سرحد ہے۔ الجھن نالیوں کا ایک پیچیدہ مجموعہ ہے جو کھوپری کے سخت استخوانی

حصہ کے اندر واقع ہوتا ہے۔ وہ مشتمل ہے تین نصف دائری شکل کی نالیوں پر، جن میں سے ایک کی تراش ص کے پاس بتائی گئی ہے، اور ایک کولمبی نالی پر جو کولمبیہ کہلاتی ہے اور جس کی تراش ک کے پاس بتائی گئی ہے۔ کولمبیہ کی ایک سرے سے دوسرے سرے تک ایک کولمبی اوٹ سے تقسیم ہوئی ہے جس میں سماعت کی عصب (س) کے ایک حصہ کی شاخیں ختم ہوتی ہیں۔ نالیوں میں ایک سیال مادہ (لیف) ہوتا ہے جو بیضادی دریچہ سے لیکر نصف دائری نالیوں میں سے ہوتے ہوئے کولمبیہ کے ایک پہلو کے اوپر سے ہو کر دوسرے پہلو کے نیچے آتا ہے اور آخر میں چلکر دائری دریچہ د میں ختم ہوتا ہے۔ وضاحت کی غرض سے نقشہ میں نالیاں بڑی بنائی گئی ہیں۔ حقیقت میں وہ بہت چھوٹی ہوتی ہیں۔

پس اس سے معلوم ہوگا کہ بیضادی دریچہ (جہلی) کے ارتعاش سے موجیں پیدا ہوتی ہیں جو لیف میں سے ہو کر لابیئرنتھ کے پیچوں میں سے گزرتی ہیں۔ اس عمل سے اُن اجسام کو حرکت ہوتی ہے جن میں سماعت کی عصب کی شاخیں واقع ہوتی ہیں۔ اور اسی سے آواز کا احساس ہوتا ہے۔

اس عصب کے سرے نہایت پیچیدہ بناوٹ کے حصوں میں واقع ہوتے ہیں اور ہنوز سماعت کا عمل اچھی طرح سمجھ میں نہیں آیا ہے۔ نالیوں، اور کوکلیہ، اور ان میں عصب سماعت کی شاخوں کی تقسیم، کے متعلق اگر طالب علم مزید معلومات حاصل کرنا چاہتا ہے تو اناٹومی کی کتابیں دیکھے۔

سارنگی۔ یہ چار ڈوری، ساز: سارنگی یعنی (واپولن) واپولہ۔ واپولونچیلو۔ اور ڈبل بیس۔ سبھوں کی وضع ایک ہوتی ہے ان میں اور تمام دوسرے موسیقی سازوں میں یہ امتیاز ہے کہ ان کے ڈوروں کو کمان رگڑ کر مرتش کرتے ہیں۔ سارنگی میں پ، و، د اور گ سڑوں کے چار ڈور ہوتے ہیں جن میں سے پ والا ڈور ایک موٹی تانت کا ہوتا ہے اور وہ تانبے کا باریک تار نزدیک لپیٹ کر وزنیں بنایا جاتا ہے۔ دھ، د اور گ والے ڈورے سادی کم وزن تانت کے ہوتے ہیں۔ اس ترتیب سے ڈوروں کے تناو میں زیادہ قریب کی مساوات پائی جاتی ہے بہ نسبت اُس صورت کے جبکہ سب ڈوروں کی موٹائی ایک ہوتی۔

سارنگی کا سُر کھونٹیوں (ک) کے ذریعہ درست کیا جاتا ہے۔ ڈورے گھوڑی (گ) پر سے

تانے جاتے ہیں۔ (شکل ۱۹۶) انگلیوں سے ڈوروں کو ایک تختہ (ت) پر، مناسب موقعوں پر حسب ضرورت دبا کر مختلف سُر پیدا کرتے ہیں۔

سارنگی کا شکم، پتلی لکڑی کا بنا ہوا بول بکس ہے۔ تاروں کے ارتعاش سے بکس کی دیواریں، زیادہ تر گھوڑی (گ) کے توسط سے (جس پر سے تار تانے جاتے ہیں) مرتعش ہوتی ہیں۔ تاروں کو، گ اور ت کے درمیان کے کسی مقام پر کمان سے رگڑ کر ارتعاش میں لایا جاتا ہے۔ چونکہ سارنگی کے جسم کی شکل پیچیدہ ہوتی ہے اس کی سُر کی سادے تختہ پر تانے ہوئے ڈورے یا تار کی سُر کی سے مختلف ہوتی ہے۔ بکس کی دیواروں کے ارتعاش قری ہوتے ہیں اس لئے کہ ڈورے سے جو کوئی بھی سُر نکلتا ہو یہ اس کا ساتھ دیتی ہیں۔ لیکن سب ارتعاش قری نہیں ہوتے، بعض مضاعف سرتیاں بہ نسبت دوسروں کے زیادہ بلند ہوتی ہیں۔ اس لئے کہ سارنگی کے سُر کی کیفیت بالکل اس کے جسم کی بناوٹ کے تابع ہوتی ہے۔



شکل (۱۹۶)

سارنگی

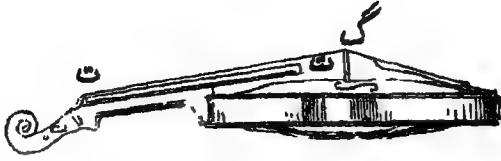
جسم کے پیچیدہ ارتعاش کی وجہ سے، اس کی بناوٹ سے متعلق کوئی باضابطہ قواعد مرتب نہ ہو سکے۔ بنانے والے کو تجربہ سے جو طریقہ بہترین ثابت ہوتا ہے اسی پر عمل کرتا ہے۔

کمان سے ڈورے یا تار کا ارتعاش۔

تار کو جب کمان سے رگڑتے ہیں تو اس کا ارتعاش خاص وضع کا ہوتا ہے۔ اس لئے کہ وہ سادہ موسیقی نہیں ہوتا۔ تار کو کمان کے بالوں سے آڑا رگڑنے سے اس میں ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔ رگڑ زیادہ ہونے کے لئے بالوں پر رال گھس دیتے ہیں۔ جب تک کمان اور تار میں اضافی حرکت نہیں ہوتی (یعنی کمان تار کے ساتھ مساوی حرکت کرتی ہے)

رگڑ زیادہ ہوتی ہے بہ نسبت اُس حالت کے جبکہ کمان تار پر سے پہسل جاتی ہے۔ (ملاحظہ ہو علم الحُرکت کا تیرھواں باب)۔ پس کمان کو تار پر سے کھینچنے سے رگڑ کی وجہ سے تار کمان کے ساتھ اڑا کھینچے آتا ہے یہاں تک کہ قوت مدافعت بڑھتے بڑھتے اعظم ہو جاتی ہے، اُس کے بعد پہسلنا شروع ہوتا ہے ایسی حالت میں تار کمان کے نیچے سے پہسل کر آدھا ارتعاش انجام دیتا ہے۔ پھر وہ کمان کی جانب حرکت کرنے لگتا ہے اور کمان سے گرفت پیدا ہو کر اُس کے ساتھ آگے کو کھینچے آتا ہے۔ اور یہی عمل دوہرایا جاتا ہے۔

کمان سے رگڑے ہوئے تار کی اس عجیب حرکت کا یوں معائنہ ہو سکتا ہے :- تار ۲ (شکل ۹۷) کو انتصابی مستوی میں کمان سے رگڑتے ہیں۔ اُس کے ایک حصّہ کے محاذی ایک پردہ (پ) رکھا جاتا ہے جس میں ایک تنگ انتصابی درز تراشا ہوا ہوتا ہے۔ درز کے پیچھے ایک برقی قوسی چراغ رکھنے سے درز اور تار کے حصّہ پر تیز روشنی پڑتی ہے۔ عدسہ (ع) کے ذریعہ ان کا خیال پردہ (پ) پر بنتا ہے۔



شکل (۹۶)

سارنگی

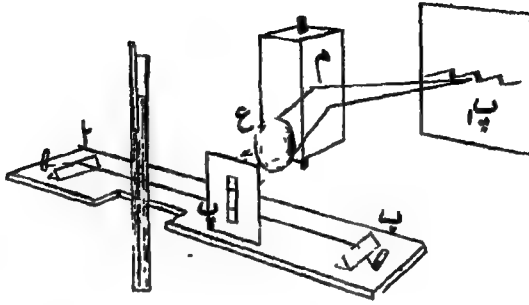
جسم کے پیچیدہ ارتعاش کی وجہ سے، اُس کی بناوٹ سے متعلق کوئی باضابطہ قاعدہ مرتب نہ ہو سکے۔ بنانے والے کو تجربہ سے جو طریقہ بہترین ثابت ہوتا ہے اسی پر عمل کرتا ہے۔

کمان سے ڈورے یا تار کا ارتعاش۔

تار کو جب کمان سے رگڑتے ہیں تو اس کا ارتعاش خاص وضع کا ہوتا ہے۔ اس لئے کہ وہ سادہ موسیقی نہیں ہوتا۔ تار کو کمان کے بالوں سے آڑا رگڑنے سے اُس میں ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔ رگڑ زیادہ ہونے کے لئے بالوں پر رال گھس دیتے ہیں۔ جب تک کمان اور تار میں اضافی حرکت نہیں ہوتی (یعنی کمان تار کے ساتھ مساوی حرکت کرتی ہے)

رگڑ زیادہ ہوتی ہے بہ نسبت اُس حالت کے جبکہ کمان تار پر سے پہسل جاتی ہے۔ (ملاحظہ ہو علم الحُرکت کا تیرھواں باب)۔ پس کمان کو تار پر سے کھینچنے سے رگڑ کی وجہ سے تار کمان کے ساتھ اڑا کھینچے آتا ہے یہاں تک کہ قوت مدافعت بڑھتے بڑھتے اعظم ہو جاتی ہے، اُس کے بعد پہسلنا شروع ہوتا ہے ایسی حالت میں تار کمان کے نیچے سے پہسل کر آدھا ارتعاش انجام دیتا ہے۔ پھر وہ کمان کی جانب حرکت کرنے لگتا ہے اور کمان سے گرفت پیدا ہو کر اُس کے ساتھ آگے کو کھینچے آتا ہے۔ اور یہی عمل دہرایا جاتا ہے۔

کمان سے رگڑے ہوئے تار کی اس عجیب حرکت کا یوں معائنہ ہو سکتا ہے :- تار ۲ (شکل ۹۷) کو انتصابی مستوی میں کمان سے رگڑتے ہیں۔ اُس کے ایک حصّہ کے محاذی ایک پردہ (پ) رکھا جاتا ہے جس میں ایک تنگ انتصابی درز تراشا ہوا ہوتا ہے۔ درز کے پیچھے ایک برقی قوسی چراغ رکھنے سے درز اور تار کے حصّہ پر تیز روشنی پڑتی ہے۔ عدسہ (ع) کے ذریعہ ان کا خیال پردہ (پ) پر بنتا ہے۔



شکل (۹۷)

کمان سے رگڑے ہوئے تار کی حرکت کا مظاہرہ پردہ پر آنے سے پہلے روشنی ایک گھومتے آئینے (م) پر پڑتی ہے جو شکل (۹۷) کے آئینہ کے مشابہ ہے۔ جب تار کو کمان سے رگڑتے نہیں ہیں تو اس کا خیال پردہ پر ایک سیدھے افقی خط کی شکل میں کھینچا ہوا نظر آتا ہے۔ لیکن جب اس کو کمان سے رگڑتے ہیں تو خیال جا بجا مخالف سمتوں میں مڑے ہوئے خط کی شکل میں دکھائی دیتا ہے جس کا ہر ایک حصہ سیدھا ہوتا ہے۔ پس اس سے ظاہر ہے کہ تار کا ارتعاش خالص سادہ موجی نہیں ہوتا ہے اگر ہوتا تو اس کا خیال پردہ پر

جیسی مخنی کا سا نظر آتا۔

ہوائی ساز۔ کئی اقسام کے موسیقی ساز اس فہرست میں شریک کئے جاسکتے ہیں۔ ان سب میں آواز دینے والی چیز ہوا کا اسطوانہ ہوتی ہے۔ چھوٹے سازوں مثلاً بانسلی کے ہوائی اسطوانہ کا طول اس طرح بدلتے ہیں کہ نلی پر محور کے متوازی چھوٹے سوراخوں کی جو قطار ہوتی ہے ان میں سے چند کو حسب ضرورت کھولتے اور بند کر دیتے ہیں۔

پیتل کے سازوں (مثلاً ٹرمبون یا ترہی) کی نلی کا طول خود بدلدیا جاسکتا ہے۔ ارگن نلیوں کا طول نہیں بدلا جاتا مگر مقرر امتداد کی نلیوں کا ایک مجموعہ تیار رکھا جاتا ہے۔ پس اس لحاظ سے ارگن نلی میں پیانو کی طرح، ایک غیر متبدل کی بورڈ، (یعنی سر تختہ) ہوتا ہے۔ اس کے ہوائی اسطوانہ کو ارتعاش میں لانے کے دو مخصوص طریقے ہیں جو ذیل میں یکے بعد دیگرے بیان ہونگے:-

فلو پائپ (چمنی نمالی)۔ ہوا نلی میں (۱) کے پاس (شکل ۹۸) داخل ہوتی ہے اور درز (ب) سے ایک باریک چادر کی شکل میں نکل کر تیز دھار (ج) سے ٹکراتی ہے۔ ہوائی اسطوانہ کا ارتعاش جاری رکھنے کے لئے جو توانائی درکار ہے، (۱) کے پاس داخل

ہونے والی ہوا کے دباؤ سے ہم پہنچائی جاتی ہے۔
اس کے سمجھنے کے لئے کہ ہوا کی دہار اسطوانہ کے



شکل (۹۸)

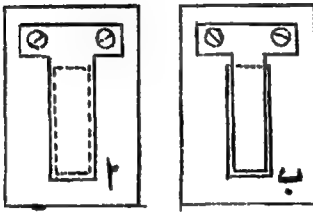
فلو پائپ

مقیم ارتعاش کو کس طرح
جاری رکھتی ہے، دیکھو جب
باہر کی ہوا نلی کے سرے
(ب) سے نلی کے اندر داخل
ہو کر تکثیف پیدا کرتی ہے
(۲) سے آئینوالی ہوا کی دہار
اس کی وجہ سے، نلی کے
اندر داخل ہوتی ہے، اسلئے
نلی کی ہوا کی تکثیف میں
اور ترقی ہوتی ہے۔ جب
ہوا تخلیف پیدا ہوتے وقت
نلی کے اندر (ب) سے
خارج ہوتی ہے، (۲) سے آنے والی دہار اس کے
اثر سے، باہر کی طرف پلٹ جاتی ہے۔ اس لئے
بمعاظ مسئلہ برنولی (علم الحریکت کا اکیسواں باب) نلی
کی ہوا کی تخلیف اور بڑھ جاتی ہے۔ پس ہوا کی
دہار سے نلی کا ارتعاش جاری رہنا واضح ہے۔ یہ
بھی ظاہر ہے کہ جس سرے پر دہار عمل کرتی ہے
نلی کا کہلا سرا تصور ہونا چاہئے۔

جو کچھ اوپر بیان ہوا حرکتوں میں استقلال کی حالت قائم ہو جانے کے بعد کی حالت سے متعلق ہے۔ دہار کے اثر سے نلی سے آواز شروع کیسے ہوتی ہے اس کا سمجھنا چندان آسان نہیں ہے۔ گمان غالب یہی ہے کہ دہار کی سمت کے تشاکل میں نقص ہونے یا کسی عارضی اثر سے دہار شروع ہوتے وقت یا تو ذرا سائلی کے اندر کی طرف مڑتی ہے یا ذرا سا باہر کی طرف، جس سے پہلی صورت میں، 'خفیف سی تکلیف' پیدا ہو کر نلی میں سے گزرنے لگتی ہے، اور دوسری صورت میں، 'خفیف سی تلطیف'۔ ایک بار حرکت شروع ہو جانے کے بعد دہار کے عمل سے اس میں اضافہ ہونے لگتا ہے یہاں تک کہ، ایک مقررہ وقت میں، نلی کے ہوائی اسطوانے کو دہار سے جس قدر توانائی وصول ہوتی ہے، سب کی سب، موجوں کے اشعاع سے، جو نلی کے دوسرے سرے سے نکلتی ہیں، زائل ہو جاتی ہے۔

ریڈ پائپ (پتی کے ذریعہ ارتعاش کرنیوالی نلی یا گنے)۔ ارگن نلی کی پتی ایک لچکدار فلزی پتی ہوتی ہے جو نلی میں ہوا داخل ہونے کے سوراخ کو پورا یا تقریباً پورا ڈھانپ دیتی ہے۔ جو پورا ڈھانپتی ہے دھڑکنے والے پتی (ڈیشنگ ریڈ)

کہلاتی ہے۔ شکل (۹۹) ۲۔ جو تقریباً پورا ڈھانپتی ہے،
 آزاد پتی (فری ریڈ) کہلاتی ہے۔
 دھڑکنے والی پتی ہمیشہ باہر کی طرف مڑی ہوئی
 ہوتی ہے (یعنی اُس کا انحناء سوراخ کے باہر کی
 جانب ہوتا ہے)



شکل (۹۹)

اگر نلی کی پتیاں

پاس کا حصہ دبتا ہے اور پھر آخر میں اُس کا آزاد سرا۔ اگر وقت واحد میں
 بتی سب سوراخ کو، ایک سرے سے لیکر
 دوسرے سرے تک ڈھانپ دے تو آواز بڑی کثرت
 پیدا ہوگی۔

جب ہوا کی کمرے (۲) میں رسائی ہوتی ہے
 (شکل ۱۰۰) پتی سوراخ کو بند کرنے سے پہلے ہوا کا
 کچھ حصہ پتی کے کناروں کے بازو سے سوراخ میں
 گھس جاتا ہے جس سے تکثیف پیدا ہو کر نلی میں
 اوپر کی جانب روانہ ہوتی ہے اور پھر پہلے سرے کے

پاس منعکس ہوتی ہے۔ بعد انعکاس تلطیف کی شکل میں (صفحہ ۲۲۷) واپس لوٹ کر نلی کے نیچے کے سرے پر پہنچتی ہے تو نلی کے اندرونی اور بیرونی دباؤ کے تفاوت کی وجہ سے پتی ہنوز سورخ کو ڈھاپنے رکھتی

ہے۔ اس سرے پر تلطیف

منعکس ہو کر تلطیف ہی

کی شکل میں واپس لوٹتی

ہے۔ پھر نلی کے اوپر

والے (کھلے) سرے پر

جا کر تلکثیف کی شکل میں

واپس آتی ہے۔ جب

یہ کیفیت پتی کے پاس

پہنچتی ہے تو پتی کی دونوں

سطحوں (اندرونی اور بیرونی)

پر دباؤ مساوی ہوتے آتا

ہے۔ پس پتی کی لچک

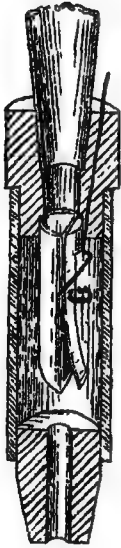
اس کو سورخ پر سے سرکا

دیتی ہے اور جب سورخ

کھل جاتا ہے تو ہوا کی مزید مقدار نلی میں داخل

ہوتی ہے۔ اور یہ عمل اسی ترتیب سے دوہرائے

جاتے ہیں۔ پتی کے پہلے چند ارتعاز کے بعد ارتعاش



شکل (۱۰۰)

ریڈ پائیپ یا نلے

کی حالت میں استقلال پیدا ہو جاتا ہے۔ چونکہ پتی کے پاس تلطیف منعکس ہو کر تلطیف ہی پیدا ہوتی ہے اور تکثیف کے انعکاس سے تکثیف

اس لئے دھڑکنے والی پتی کا عمل بند بسرے والی نلی کے مشابہ ہوتا ہے۔ آزاد نلی کا عمل اتنا صاف سمجھ میں نہیں آتا۔ جب اس کو ارتعاش ہوتا ہے تو اس سے ایک بار سوراخ بند ہوتا ہے اور دوسرے بار کھل جاتا ہے۔ جس کی وجہ سے ہوا نلی کے اندر مساوی وقفوں سے داخل ہوتی ہے۔ آزاد پتیاں اب انگریزی ارگن نلیوں کے ساتھ استعمال نہیں کی جاتیں۔ لیکن ہارمونیم اور امریکن ارگن نلیوں میں مستعمل ہیں۔ ان سازوں میں کوئی نلی نہیں ہوتی، جو سر پیدا ہوتا ہے صرف پتی سے ہوا کی دھار کے رکنے پر موقوف ہوتا ہے۔ ارگن کے ساتھ جب پتی استعمال کی جاتی ہے، ہوائی اسطوانے اور پتی میں باہمی تفاعل ہوتا ہے اور جو سر اس سے حاصل ہوتا ہے دونوں کے اثر سے پیدا ہوتا ہے۔

شکل (۱۰۱) میں ایک آزاد پتی بتائی گئی ہے۔ اس کے دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ ہوا معتد بہ مقدار

میں صرف اسی وقت نلی کے اندر داخل ہوتی ہے جبکہ پتی سوراخ کے باہر کی طرف حرکت کرتی ہے۔ اگرچہ پتی اور سوراخ کے بیچ میں جو تھوڑی سی جگہ کھلی رہتی ہے اس میں سے بھی ہوا کا اندر داخل ہونا ممکن ہے۔ ہارمونیم میں اسی وضع کی پتی کا استعمال ہوتا ہے۔

نلیوں اور پتیوں کے سر ٹھیک

کمرنے کے طریقے۔ بند نلیوں کو ان کے اوپر والے سر کے پاس ایک ڈاٹ (پلنجر) کے ذریعہ بند کرتے ہیں، جس کو ذرا سا اوپر یا نیچے کی طرف سرکانے سے ہوائی اسطوانے کا عملی طول بدل جاتا ہے۔ کھلے سروں کی نلی کے اوپر والے سر پر بعض اوقات ایک لچک دار فلزی ڈکھنا یا سرپوش ہوتا ہے، جن کو نلی کے سرے پر دبانے سے سر میں خفیف سی پستی پیدا ہوتی ہے۔ بعض اوقات اس سرے کے پاس سوراخ بنادئے جاتے ہیں جن کو ڈھکنوں یا سرپوشوں سے حسب ضرورت بند کر سکتے ہیں۔ اگر نلی فلزی ہو تو اس کے سرے کو کسی قدر باہر کی طرف پھیلا دیجے سر کو اونچا کر سکتے

ہیں اور جب سُر کو نیچا کرنا مقصود ہوتا ہے تو سرا



شکل (۱۰۱)

آزاد پتی

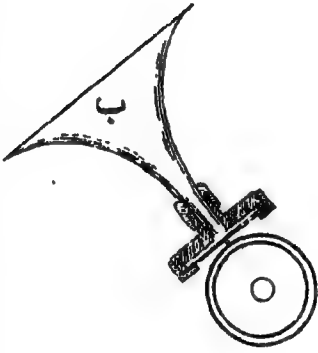
اندر کی طرف جھکا دیا جاتا ہے۔ کہلی اور بند دونوں نلیوں پر، جبکہ وہ فلو کی قسم کی ہوتی ہیں۔ اکثر نیچے والے سوراخ کے ہر دو جانب فلزی حلقے ہوتے ہیں جن کو اندر کی طرف جھکا دینے سے سُر نیچا ہو جاتا ہے اور باہر کی طرف جھکانے سے 'اونچا'۔

پتی کے ذریعہ ارتعاش کرنے والی نلی کا سُر ایک تار کے ذریعہ سے (شکل ۱۰۰) ٹھیک کیا جاتا ہے۔

تار کو زیادہ نیچے ڈھکیلنے سے پتی کی حرکت میں رکاوٹ پیدا ہوتی ہے۔ گویا اس کا عملی طول گھٹ جاتا ہے اور اس وجہ سے اس کا تعدد ارتعاش بڑھ جاتا ہے۔ آزاد پتی اگر ہو تو تار

کو پٹی کے گرد موڑ کر اس کے دونوں بازو گرفت کرنا چاہیے (شکل (۱۰) والی پٹی کو چھیل کر اُس کا سر درست کیا جاتا ہے۔ جب سر کو تیز (اونچا) کرنا مقصود ہوتا ہے تو پٹی کے سرے کے پاس سے فلز چھیل دیا جاتا ہے تاکہ اُس کے جمود کا معیار اثر کم ہو اور اس لئے نقص دہ بڑھ جائے۔ (صفحہ ۲۱۹)۔ اور جب سر کو پست کرنا ہوتا ہے تو پٹی کے قاعدے کے پاس سے فلز چھیل دیا جاتا ہے۔ اس سے اُس کے لچک کی سختی میں کمی واقع ہوتی ہے اور تعدد گھٹ جاتا ہے۔ فونو گراف - صفحہ ۱۵۵ پر بیان ہوا تھا کہ جب کسی جسم پر ایک موسیقی قوت عمل کرتی ہے تو وہ جسم بشرطیکہ اُس کے طبعی ارتعاش کا تعدد عامل قوت کے تعدد سے نسبتاً بڑا ہو، قسری ارتعاش کرتا ہے جو عامل ارتعاش کی ایک سچی نقل ہوتی ہے۔ جب کبھی ہوا کے ارتعاش کو کسی جیلی سامان میں منتقل کرنا ہوتا ہے اس اصول سے کام لیا جاتا ہے۔ ہوا کی موجیں ایک باریک مدور جہلی (یا دیا فرغہ) سے جس کے طبعی ارتعاش کا تعدد بلند ہونا چاہیے، ٹکراتی ہیں۔ اور اس سے جہلی میں ارتعاش پیدا ہونے لگتا ہے جس کا تعدد ہوا کی موجوں کے تعدد کے مساوی ہوتا ہے۔ اسی اصول پر کان کی ٹمپینک - جہلی، ٹیلیفون اور فونو گراف

بھی عمل کرتے ہیں۔ فونوگراف میں دیا فرغمہ کی پشت پر ایک کاٹنے والا آلہ لگا ہوا ہوتا ہے، جو اُس کے نیچے پھرنے والے ایک مومی اسطوانے پر لکیر یا مسلسل نشان کرتا ہے۔ کبھی نشان زیادہ گہرا ہوتا ہے اور کبھی کم۔ نشان کی گہرائی دیا فرغمہ کی حرکت کے تابع ہوتی ہے۔



شکل (۱۰۲)

فونوگراف

کاٹنے والے آلہ کے عوض دیا فرغمہ پر ایک گول نوک

نصب کر کے اس اسطوانے سے لگا کر اسطوانے کو پہرتے ہیں تو دیا فرغمہ اپنی پینٹر کی حرکت کرنے لگتا ہے۔ اس سے گھٹنے کی شکل کے بوق (ب) کی ہوا میں (شکل ۱۰۲) اُسی طرح ارتعاش پیدا ہوتا ہے جیسا کہ پہلی آواز کی موجوں سے ہوا تھا۔ پس یہ آوازیں مکرر وقوع میں آتی ہیں۔ آئیڈیزن کے ابتدائی فونوگراف میں بجائے موم کے کتھل کا ورق استعمال ہوا تھا۔ لیکن تھوڑے ہی دنوں بعد اس کو موم سے بدل دیا گیا۔

فونوگراف کی ساخت کی تفصیل میں بہت کچھ ترقی

ہوئی ہے لیکن اُس کے اصول میں کوئی تبدیلی نہیں ہوئی۔ مثلاً پہلے اسطوانہ ہاتھ یا برقی موٹر سے پہرایا جاتا تھا لیکن اب وہ تقریباً ہمیشہ گھڑیال کے مشابہ آلہ کے ذریعہ چلایا جاتا ہے۔ معینہ کاٹنے والی نوک یا حرکت دوہرانے والی نوک کو آگے بڑھانے کا بھی علیحدہ انتظام کیا جاتا ہے، تاکہ موم میں جو لکیر بنتی ہے کو لمبی شکل کی ہو اور اسطوانہ کے ایک سرے سے شروع ہو کر دوسرے پر ختم ہو۔ جدید ترین وضع کے فونوگرافوں میں بجائے اسطوانے کے ایک قرص گھمایا جاتا ہے، اس لئے اسپر مخروط دار نشان پڑتا ہے جو مرکز کے قریب سے شروع ہو کر محیط پر ختم ہوتا ہے۔ گرامافون میں کاٹنے والی نوک سے موم پر ایک موجی لکیر پڑتی ہے۔ ایک گول فولادی نوک کو اس لکیر پر سے چلانے سے آواز دوہرائی جاتی ہے۔

نویں باب کی مشقیں

(۱۱)۔ کان کے اہم حصوں کا مختصر حال لکھو، جن کے ذریعہ سے بیرونی آواز کی موجیں لالبتہ میں منتقل ہوتی ہیں۔

(۲)۔ یکساں رفتار سے جب کمان ایک تار پر آڑی پھینچی جاتی ہے، تو بتاؤ اس سے تار کا ارتعاش کس طرح قائم رہتا ہے۔ اگر کمان پر چربی تل دی جائے تو کس تار ارتعاش کریگا؟ جواب کے ساتھ وجوہ بیان کرو۔

(۳)۔ ارگن نلی میں ہوا کا ارتعاش قائم رکھنے کے دو طریقے بیان کرو۔

(۴)۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ فلو پائپ (چمنی نالی) کا نیچے کا سرِ ضد عقدہ ہوتا ہے اور ریڈ پائپ (پٹی والی نالی یا نئے) کا نیچے کا سرِ عقدہ۔

(۵)۔ مختصر بیان کرو (۱) ارگن نلیوں کے (ب) فلزی پٹیوں کے، سر کس طرح ٹھیک کئے جاتے ہیں۔

(۶)۔ فونو گراف یا گرامافون میں آواز کی تجدید کیونکر ہوتی ہے بیان کرو۔



فہرست اصطلاحات

جو طبیعتاً برائے بی اے (آواز) میں استعمال ہوئیں۔

A

Absolute

مطلق

Acoustical

صوتی

Adiabatic

حرر ناگزار

Amplitude

حیطۂ ارتعاش

Anatomy

اناٹومی

Antinode

ضد عقدہ

Anvil

سنداں - نہائی

Arc

قوس

Armature

محافظ (مقناطیس کا)

Audition

سماعت

B

Barometric

باریمائی

Battery

مورچہ

Beat	ضرب
Beating reed	دھڑکنے والی پتی
Bell	گھنٹا
Bernoulli	برنولی
Bow	کمان
Boyle	بائل
Bridge	گھوڑی
<hr/>	
C	
Canal	نالا
Cheshire	چیشائر
Chladni	کلیڈنی
Chronograph	وقت نگار
Clefts	کلیف
Clamped	جکڑ دیا گیا۔ کسکر باندھا ہوا۔
Closed (pipe)	ایک طرف سے بند (تلی)
Cochlea	کوکلہا
Co-efficient	تدر
Colladon	کویاڈون
Column	قطار

Combination tones	اجتماعی سرتیاں
Commutator	توڑ جوڑ - منقلب
Compounding (of vibrations)	ارتعاشوں کی ترکیب
Compression	پیکاؤ - تکثیف
Concord (or consonance)	کوئنگورڈ - ہمواری
Conical	مخروطی
Correction	تصحیح
Cross-section	عمودی تراش
Crova	کردوا
Curve	منحنی
Cylinder	اسطوانہ
<hr/>	
D	
Density	کثافت
Diaphragm	دیا فرغہ - جہلی
Diatonic	ڈائٹونک
Difference tone	تفریقی سرتی
Discord	ڈسکورڈ - ناہواری
Disc siren	قرص دار گائیں
Displacement	انتقال مکان

Dissonance

تاہموری

Disturbance

خلل

Doppler

ڈوپلر

Dropping plate

گرنے والی تختی

Drum

پرودہ - طبل

Dust

غبار

E

E

نیپیر والے لوکا رٹم کا اساس

Echelone (wave)

نرد پانی (موجیں)

Echo

گوںج

Edison

ایڈیسن

Elasticity

لیجک

Electro-magnet

برقی مقناطیس

Electro-motor

برقی موٹر

Ellipse

قطع ناقص

End

سرا

Energy

توانائی

Equation

مساوات

Eustachian (tube)

یوشیشین (نلی)

Expansion

پھیلاؤ

Expression	جملہ
Explosion	دھماکا
External (ear)	بیرونی (کان)
<hr/>	
F	
Fenestra ovalis	بیضیادی ورتیکہ
Fenestra rotunda	دائری
Fifth	پنجم (بعد)
Fixed	قائم - غیر متحرک
Flat	پست
Flexible	ملائم
Flue pipe	'فلو' یا ٹیپ چمینی خانلی
Flute	بانسلی
Force	قوت
Forced vibration	مجبوری ارتعاش
Fork	سر پیدا کرنے کا دو شاخہ
Formula	ضابطہ
Free-reed	آزاد
Free-vibration	آزاد ارتعاش
Frequency	تعداد ارتعاش

Friction

رگڑ - فرک

Fundamental

اساسی

Fourth

چہارم (بعد)

G

Galton

گالٹن

Geneva

جینیوا

Gramophone

گرامافون

Graph

ترسیم

Gravitational

جاذبہ ارض سے متعلق

Group (of waves)

(موجوں کا) مجموعہ

H

Harmonic

موسیقی

Harmonium

ہارمونیم

Helix

مرغولہ

Helmholtz

ہلم ہولٹس

High note

اونچا نر

Hygrometric

رطوبت پر مبنی

I

Image	خیال
Impulse	دھکا
Inous	سندان - نہائی -
Intensity	حدت
Interference	تداخل - تناقص
Internal ear	اندرونی کان
Interval (musical)	(موسیقی) بُعد
Isothermal	ہم تپشی

J

Jar (bell)	مرتبان - اسطوانی
Jet	فوارہ - نوکدار نلی

K

Key-board	کنجیوں کا تختہ
Key-note	کھنچ
Kinetic	حرکی
Kipp	کپ

Kundt

کونڈٹ

L

Labyrinth

لابیرینتھ

Laplace

لاپلاس

Law

کلیہ

Lens

عدسہ

Lissajous

لیساجوس

Longitudinal

طولی

Loudness

بلندی

Low note

پست نوت

Lymph

لمف - پنچھ

M

Major sixth

میجر سیکسٹھ - ششم کبیر (بُعد)

Major third

" تہرڈ - سوم "

Major tone

" ٹون - "

Malleus

ہٹوڑی - مطرقہ

Manometric

فشار پیمائی

Martini	مارٹینی
Maximum	اعظم
Meatus (auditory)	میس - رگدڑ (سماعت)
Melde	میلڈے
Membrane	جھلی - غشا
Minimum	اقل
Minor sixth	مائنر سیکسٹھ - ششم صغیر (بعد)
Minor third	سوم صغیر (بعد)
Minor tone	مائنر ٹون -
Modulus	معیار
Moment of inertia	جمود کا معیار اثر
Monochord	اکتارا
Musical note	موسیقی نر
<hr/>	
N	
Nerve	عصب
Node	عقدہ
Normal	طبعی
Note	نر
<hr/>	

O

Oak

Octave

Open (pipe)

Organ pipe

Oscillation

Over tone

بلوط
اوکٹیو - سرگرم
دونوں طرف سے کھلی (نلی)
ارگن نلی
اہتزاز
اوور ٹون - مضاعف سُرّتی

P

Parabola

Particle

Period

Personal equation

Phase

Philharmonic Society

Phonograph

Pianoforte

Pipe

Pitch

Plate

قطع مکانی
ذرّہ
وقتِ دوران
شخصی مساوات
بہیت
فلہارمونک سوسائٹی
فونو گراف
پیانو
نلی
امتداد
تختی

Potential	قوتہ
Pressure	دباؤ
Primary	ابتدائی
Progressive wave	ردان موج
Prong	شاخ
<hr/> <div style="text-align: center;">Q</div> <hr/>	
Quality	کیفیت
<hr/> <div style="text-align: center;">R</div> <hr/>	
Radiation	اشعاع
Rarefaction	تخلیف
Ratio	نسبت
Rayleigh	ریلی
Reed	ریڈ - نئے کی پتی
Reflection	انعکاس
Refraction	انعطاف
Resonance	گمگم
Resonator	گمکیا

Revolving	تھوپی - گردش
Rigid	استوار
Rod	سلاخ
Rosin	رال
<hr/>	
S	
Scale	سبب تک
Screen	پرودہ
Section	تراش
Self-Combination	خود اجتماعی - اجتماعی بالذات
Semi tone	سیمی ٹون - نیم سُر تی -
Sensitive	حساس
Seventh	ہفتم (بعد)
Sharp	تیز
S. H. M.	سادہ موسیقی حرکت (س - م - ح)
Siren	گائٹن
Sonometer	صوت پیم
Sound	آواز
Speaking tube	بول نلی
Spiral	مرغولہ - لولبی

Spring	کمانی -
Standard	سٹینڈرڈ - معیاری -
Stapè	رکاب -
Stationary wave	مقیم موج -
Stirrup	رکاب -
Stops	سٹاپ -
Strain	فساد - بگاڑ -
Stress	زور -
String	تار - ڈوری -
Stroboscopic	سٹروپوسکوپک - گردش ثنائی -
Sturm	سٹورم -
Style	قلم -
Summation tone	جمعہ سُرّتی -
Surface tension	سطحی تناؤ

T

Temperament	مزاج -
Temperature	تپش -
Timbre	کیفیت -
Tone	سُرّتی -

Tonic (or Key-note)	کھرج -
Transmission	اشاعت -
Transverse	عرضی -
Trombone	ٹرومبون - تڑہی -
Tubes of flow	بہاؤ کی نلیاں -
Tympanum	طبل
<hr/>	
U	
Unison	ہم سر ہونا
<hr/>	
V	
Velocity	رقار
Vertical	انتصابی
Vibration	ارتعاش
Viola	والیولہ
Violin	سارنگی
Violoncello	والیولونچیلو
Vox angelica	ووکس انجیلیکہ
Vox humana	ووکس ہومانہ

W

Wave

موج -

Wave length

طول موج -

Wind

چلتی ہوا -

Worm wheel

ہیچ چکر -

Z

Zig-zag line

مخالف سمتوں میں طڑا ہوا خط -

اغلاط نامہ

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۲	۷	وہاگے	دہاگے
"	۱۲	ایک - اسطوانہ	ایک اسطوانہ
۳	۱۰	متحرک	متحرک
۵	۷	سَبَّ	سَبَّ
"	۱۱	مینین	معین
"	۱۲	اس اُن	اُس اُن
۸	۵	دو	دو
۹	۲	الوینیم	الوینیم
۱۸	۲	تجریکوں	تجریکوں
"	آخری	قرصدار - گاٹن	قرصدار گاٹن
۱۹	۱۵	اکر	اکر
۲۲	۷	جھوٹے	جھوٹے
"	۱۲	تقداد ارتعاش	تقداد ارتعاش
۲۳	۱۸	توانائی	توانائی
۲۴	۳	آواز	آواز

صفحہ	سطر	جائے	پڑھا جائے
۲۵	۱۱	س ب	س ب
۳۲	۱۳	س ۲	س ۲
۳۳	(شکل کے نیچے کی عبادت)	ارقاشیں	ارتعاش
"	۱۷	دائرے	دائرے
۳۴	۳	توضیح	توضیح
۳۵	۱۶	۲:۳	۱:۳
۳۶	۱	ان	ن
"	۱۰	طول	طویل
۳۷	۱۳	ع	غ
۴۳	شکل کے بازو	۲	۳
"	۹	جاہنگی	جاہنگی
۴۸	۳	عرض	عرضی
۴۹	۱۹	حضض	حضض
۵۱	۴	ہے۔ واسطہ	ہے واسطہ
۵۲	۱۱	جاہنگی	جاہنگی
۵۶	۱۳	میں بتایا گیا	بتایا گیا
۵۹	۱۶	کی	کے
۶۰	۵	سکینگی	سکینگی
"	۱۶	کرودا	کرودا
۶۱	۶ اور ۵		

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۶۲	۱۳	کے لمبائی کے	کی لمبائی کے
۶۳	۹	بشکل	شکل
۶۶	۷	مستوی جس میں	مستوی سطح جس میں
"	۹	مستوی اسی	مستوی سطح اسی
۷۲	۱۲	ر	ر
۷۸	آٹھری	سطھی	سطھی
۸۲	۱۲	جائگی	جائگی
۸۳	۴	لہ	لہ
"	۱۶	لہ	لہ
۸۴	۳	لہ	لہ
۸۵	۱۵	نالوں کی	نالوں کی
۹۰	۱۰	قائم	مقیم
۹۱	۷	طول	طولی
۱۰۰	۱۳	خمبی	خمبی
"	۱۴	ک د	ک د
۱۰۱	۵	م (خ ک د)	م (خ ک د)
۱۰۴	۵	ح ۱ ح ۲	ح ۱ ح ۲
۱۰۵	۴	ہوا داخل	حرارت داخل

صفحہ	سطر	بجائے	پر ہا جائے
۱۰۵	۴	ہوا باہر	حرارت باہر
۱۰۶	۱	ہوتی ہے -	ہوتی -
۱۱۱	۷	کے جہی	کی جہی
"	۱۸	کی	کے
"	۲۱	جیس	چیزیں
۱۱۲	۱۴	سوڈے کا شیشہ	سوڈے کا بنا ہوا شیشہ
۱۱۷	۹	شکلوں کے نیچے کی عبارتیں	باہر کی تبدیلی کردی جائیں
"	۱۱	(۳۵)	(۳۴)
۱۱۹	۱۶	وقت	دقت
"	۲۰	تھالی	تالی
۱۲۲	۹	چلنے	چلنے
۱۲۸	۵	سکون ہوتا	سکون میں ہوتا
۱۳۳	۶	ہوا کی رفتار آواز میں	آواز کی رفتار ہوا میں
۱۴۲	۱۹	دوہرائے	دوہرا کرنے
۱۴۳	۲	دو شانہ	دو شاخہ
"	۱۲	راستہ	راستے
"	آخری	بتیں	ہفتیتیں
۱۴۷	۵	باٹیں	باٹ
۱۴۹	۱۱	(ب)	(ب)

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۵۵	۷	علی العموم	علی العموم
۱۵۶	آخری	عامل قوت	عامل قوت
۱۵۷	۷	∞	∞
۱۵۸	۶	حیطہ	حیطہ
۱۶۸	۶	(۱-ب)	(۲-ب)
۱۶۹	۹	ہے	ہے؟
۱۷۰	۱۱	تہ	تہ
۱۷۱	۲	تہلے	تہلے
۱۷۸	آخری	سرتیاں حسب ذیل	سرتیاں حسب ذیل
۱۸۰	۱۵	اباعد	اباعد
۱۸۱	۱۰	پیمانہ	سبتک
۱۸۲	۲	”	”
”	۱۳	”	”
۱۸۳	نقل کے نیچے	تبادل	امتراج
۱۸۶	۵	کی تعدادوں	کی، تعدادوں
”	۸	پیمانہ	سبتک
۲۰۰	۱۷	آئینگی	آئینگی
۲۱۶	۱	اک	ہات
۲۱۸	۱۰	قریب	وقت

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۲۲۱	آخری	گردش نمائی	(گردش نمائی)
۲۲۲	شکل کے نیچے	تصویر	تصویر
۲۲۹	۴	نسبتیں	نسبتیں
۲۳۸	۱	(۷۲۸)	(۱۹۳)
۲۴۰	۱۱	$2 + \text{جب } \pi \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right) + 2 + \text{جب } \pi \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right)$	
۲۴۴	شکل (۸۴)	شکلوں کے نیچے سلسلہ وار یہ ہے جانب سے لکھا جائے: (ج) (د) (۲)	
"	۹	وضع (۱۱)	وضع (۲)
۲۵۰	شکل (۸۷)	شکلوں کے نیچے سلسلہ وار یہ ہے جانب سے لکھا جائے: (ج) (د) (۲)	
۲۵۲	۱۴	ریتی	ریت
"	۱۵	"	"
"	۱۶	"	"
"	۱۷	"	"
۲۶۴	۴	قرس	قرس
۲۶۸	۱۴	ہو جائے۔	ہو جائے؟
۲۷۰	۹	ہوگی۔	ہوگی؟
۲۷۶	۱۳	اُن	اُس
۲۷۸	۱۱	دھ	دھ
"	۱۵	سادی	سادہ
۲۹۰	۶	ہیں۔ اکثر	ہیں اکثر

